

**ANALISA KUALITAS LAYANAN USEETV DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY-TOPSIS DAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD)  
(Studi Kasus : PT TELKOM Regional IV)**

**Adiyoga Hanugra, Diana Puspitasari**

*Program Studi Teknik Industri*

*Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro*

*JL. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239*

*Email : adiyoga.hanugra@yahoo.com, diana\_psptsr@yahoo.com*

**Abstrak**

Persaingan industri jasa yang semakin ketat membuat perusahaan terus berusaha untuk meningkatkan kualitas layanan mereka, hanya dengan kualitas layanan yang baik maka kepuasan pelanggan dapat terjaga. Seperti halnya layanan TV berbayar yang semakin berkembang pesat, PT Telkom Regional IV sebagai perusahaan yang baru meluncurkan layanan TV berbayar yaitu UseeTV menyadari untuk terus berupaya meningkatkan kualitas layanannya demi memenuhi kepuasan pelanggan, namun tingkat keluhan pelanggan justru terus meningkat tiap bulannya. Oleh karena itu untuk menganalisa kualitas layanan UseeTV digunakan metode Fuzzy TOPSIS dan QFD. Metode Fuzzy TOPSIS digunakan untuk mengukur tingkat performansi tiap faktor dari layanan UseeTV dan layanan pesaing. Nilai tingkat performansi setiap layanan TV berbayar tersebut kemudian menjadi dasar dilakukannya benchmarking dalam metode QFD, selanjutnya pengolahan dengan metode QFD dilakukan untuk mendapatkan prioritas dari masing-masing faktor, faktor-faktor yang menjadi prioritas utama adalah Harga paket dengan bobot 12,3%, bandwidth minimal 6mbps, Signal to Noise, Attenuation dengan bobot masing-masing 11,1% 10,4%, 9,7% serta menggunakan fiber optik dengan bobot 8,8%. Adapun rekomendasi yang diberikan meliputi mengganti kabel tembaga yang tua menjadi fiber optik, meningkatkan besaran bandwidth, Signal To Noise dan attenuation. memantau jaringan server dan melatih kecepatan operator dalam melakukan pemulihan jaringan.

**Kata Kunci :** *Fuzzy-TOPSIS , Kualitas Layanan, QFD, UseeTV*

**PENDAHULUAN**

Perkembangan industri jasa sudah sangat pesat, setiap orang pasti membutuhkan layanan jasa untuk memenuhi kebutuhan mereka sehari-hari. Jasa merupakan setiap tindakan yang ditawarkan oleh salah satu pihak ke pihak lain secara prinsip tidak berwujud dan menyebabkan perpindahan kepemilikan apapun. Produksinya bisa saja berkaitan atau tidak pada suatu produk (Kotler, 2008). Kebutuhan masyarakat akan informasi membuat jasa layanan penyedia informasi berkembang sangat pesat dalam menawarkan inovasi-inovasi agar masyarakat dapat memperoleh informasi dari berbagai macam belahan dunia, baik melalui layanan internet maupun media televisi. Indonesia yang merupakan negara dengan penduduk terbesar ke empat di dunia merupakan target pasar yang menggiurkan bagi penyedia jasa layanan informasi khususnya jasa layanan media televisi baik TV lokal maupun TV nasional. Tercatat tidak kurang dari 14 TV nasional yang beroperasi di Indonesia ( Badan Pusat Statistik, 2013 ) bertumbuhnya stasiun TV lokal maupun nasional yang dapat disaksikan secara gratis tidak diikuti dengan tayangan program yang sesuai dengan keinginan masyarakat, sehingga mengakibatkan masyarakat menjadi kurang puas dan lebih memilih menggunakan layanan TV berbayar.

PT TELKOM saat ini juga mulai melebarkan sayapnya untuk mengembangkan bisnis layanan dari bisnis Infocom ( *Information and Telecommunications* ) menjadi TIME ( *Telecommunication, Information, Media and Edutainment* ) dengan layanan telepon seluler ( Telkomsel), Flexi, Telkom Speedy, Telepon kabel serta *Pay TV* UseeTV yang baru diperkenalkan tahun 2013 lalu. UseeTV merupakan layanan TV berbayar yang baru beroperasi selama setahun ini, UseeTV merupakan satu-satunya televisi berbasis *Internet Protocol* (IP) yang menawarkan layanan televisi interaktif dan online media entertainment dari jaringan internet Speedy 1,3 juta pelanggan pada tahun 2013 lalu Sedangkan untuk jumlah pelanggan di Wilayah Semarang ini berjumlah 3.560 pengguna (PT Telkom Regional IV, 2014). seiring dengan kenaikan jumlah pelanggan maka jumlah keluhan pelanggan juga meningkat. Dari data tersebut menunjukkan persentase total jumlah keluhan pelanggan terus meningkat. hal tersebut membuktikan bahwa pelanggan kurang merasa puas terhadap kualitas layanan yang diberikan UseeTV.

Tentunya jika kondisi tersebut tidak diperbaiki maka akan berdampak pada kekecewaan pelanggan sehingga pelanggan akan pindah ke layanan TV berbayar yang lain. PT Telkom sebagai penyedia jasa UseeTV harus memahami apa yang sebenarnya menjadi keinginan pelanggan sehingga pelanggan akan terpuaskan. Kualitas produk atau jasa yang dirasakan pelanggan akan menentukan persepsi pelanggan terhadap kinerja yang pada gilirannya akan berdampak pada kepuasan pelanggan (Tjiptono, 2007). Kepercayaan yang tinggi akan menimbulkan loyalitas yang berdampak pada peningkatan profitabilitas dan citra perusahaan. Untuk menjaga pelanggan agar tidak berpindah ke pesaing maka diperlukan analisa mengenai kualitas layanan UseeTV dengan memperhatikan faktor-faktor kualitas layanan yang sesuai dengan keinginan konsumen.

Proses analisa kualitas layanan menggunakan metode Fuzzy TOPSIS yang kemudian dapat diketahui bobot tiap faktor kualitas. Bobot tersebut digunakan untuk meranking tingkat kepuasan pelanggan terhadap setiap faktor. Bobot setiap dari Fuzzy-TOPSIS akan menjadi dasar untuk metode QFD. Pengolahan QFD ini bertujuan untuk mendapatkan faktor-faktor teknis yang akan dijadikan prioritas untuk ditingkatkan kualitasnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengukur kualitas layanan UseeTV yang telah diberikan terhadap konsumen, mengidentifikasi dan menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas layanan UseeTV, merancang usulan perbaikan dan rekomendasi atas kualitas layanan UseeTV

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian penelitian ini terdiri dari penentuan variabel dan faktor kualitas layanan, penentuan sampel, perancangan kuisisioner, penyebaran kuisisioner, uji validitas dan reliabilitas, penentuan bobot tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan pelanggan menggunakan metode Fuzzy-TOPSIS dan merancang usulan perbaikan menggunakan QFD.

### Faktor Kualitas Layanan TV Berbayar

Variabel penelitian merupakan hasil studi dari studi pendahuluan dan studi pustaka, tahap ini merupakan tahap dimana ditentukan variabel-variabel apa saja yang akan digunakan dalam penelitian. Variabel yang akan digunakan dalam penelitian kali ini mengacu pada jurnal Shin (2009) yaitu :

- *Perceived Usefulness*  
Dimensi ini menunjukkan aspek performa dari teknologi layanan tersebut yang dapat membantu pengguna dalam meningkatkan performansi pekerjaannya
- *Perceived Content Quality*  
Dimensi ini menunjukkan konten yang ditawarkan layanan tersebut dapat memberikan informasi yang diinginkan oleh pelanggan
- *Perceived Playfulness*  
Dimensi ini menunjukkan atribut tambahan yang ditawarkan layanan tersebut dapat memberikan hiburan yang diinginkan oleh pelanggan
- *Perceived Quality of Service*  
Dimensi ini menunjukkan aspek kualitas dari sistem layanan IPTV yang meliputi kestabilan koneksi, waktu pemulihan dan kemampuan untuk mengakses fitur-fitur yang ditawarkan
- *Perceived Control*  
Dimensi ini menunjukkan tingkat kemudahan layanan IPTV untuk dioperasikan oleh pengguna layanan
- *Perceived Cost*  
Dimensi ini menunjukkan harga yang ditawarkan oleh layanan IPTV

Ke enam variabel tersebut digunakan sebagai acuan untuk membuat kuisisioner. Kuisisioner tersebut terdiri dari 15 faktor dari kualitas layanan TV berbayar berdasarkan penelitian shin (2009) dan Li (2014) sebagai berikut :

- Memiliki kualitas gambar yang baik
- Memiliki kualitas suara yang baik
- Kualitas sinyal setiap channel yang selalu baik di setiap waktu
- Setiap channel selalu tersedia untuk dinikmati
- Kestabilan koneksi pada TV berbayar
- Paket acara yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan
- Menyediakan berbagai informasi yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
- Memiliki fasilitas penunjang layanan yang menarik
- Memiliki fitur up to date yang memuaskan pelanggan

- Fitur-fitur yang tersedia beroperasi dengan baik di setiap waktu
- Kemudahan mengoperasikan fitur UseeTV
- Kecepatan pemulihan saat server mengalami masalah
- Kejelasan informasi pada website
- Kemudahan menggunakan remote
- Harga paket murah

### Penentuan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *kluster sampling* karena pengambilan sampel dilakukan per wilayah operasi PT Telkom Semarang ( Umar,2002). Kriteria sampel yang diambil yaitu pengguna UseeTV dan pengguna TV berbayar pesaing dengan jumlah 100 responden

### Perancangan Kuesioner

Pada penelitian kuesioner yang digunakan, adalah kuisisioner untuk mengetahui tingkat kepentingan dan kepuasan pelanggan UseeTV beserta layanan pesaing.

### Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner ditujukan kepada pelanggan UseeTV yang masih aktif dan berdomisili di Semarang serta pernah menggunakan layanan TV berbayar pesaing .

### Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Jenis uji validitas yang digunakan adalah validitas konstruk yang merupakan uji validitas untuk melihat konsistensi antara item satu dengan yang lain. Uji validitas ini menggunakan *software* SPSS, Dikatakan valid apabila memiliki nilai korelasi pearson positif dan nilai probabilitas korelasi [sig. (2-tailed)] < taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 0,05. Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana suatu pengukuran memberikan hasil yang relatif sama apabila pengukuran dilakukan berulang-ulang. Uji reliabilitas juga menggunakan *software* SPSS, apabila nilai reliabilitas  $\geq 0,60$  maka nilai reliabilitas sudah baik ( Umar,2002)

### Penentuan Bobot dan Rangkang Menggunakan Metode Fuzzy-TOPSIS

Logika Fuzzy adalah sebuah kerangka matematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi dan kebenaran parsial ( Kusumadewi, 2006). TOPSIS memberikan sebuah solusi dari sejumlah alternatif yang mungkin dengan cara membandingkan setiap alternatif dengan alternatif terbaik dan alternatif terburuk yang ada diantara alternatif-alternatif masalah. Hierarki Fuzzy-TOPSIS merupakan alat yang sempurna untuk menilai secara kualitatif dan perhitungannya lebih cepat dibandingkan dengan FAHP ( Amirzadeh dan Shoorvarzy, 2013). Dalam melakukan pengolahan data berdasarkan hasil penilaian dari kuisisioner yang disebarkan ke beberapa responden, berikut langkah-langkah perhitungannya dengan menggunakan metode Fuzzy TOPSIS menurut awasthi et al (2011)

1. Fuzzy TOPSIS dimulai dengan membangun sebuah matriks keputusan fuzzy dari penilaian responden. Dimana  $i$  merupakan nomor dari faktor-faktor dan  $j$  merupakan nomor dari responden.  $X_{ij}$  merupakan penilaian skor dari responden ke  $i$  untuk faktor ke  $j$ , selain itu  $W_{ij}$  merupakan bobot dari setiap penilaian responden.

$$X = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 & \cdot & \cdot & \cdot & x_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

$$\tilde{X} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$$

2. Membuat matriks keputusan fuzzy yang ternormalisasi

Pada fuzzy Topsis ini menggunakan skala transformasi linier untuk mengubah variasi skala kriteria menjadi skala perbandingan. Persamaan Matriks keputusan fuzzy ternormalisasi yang digunakan adalah

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (2)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{\bar{a}_j}{c_{ij}}, \frac{\bar{a}_j}{b_{ij}}, \frac{\bar{a}_j}{a_j} \right) \text{ where } \bar{a}_j = \min_i a_j \text{ ( Kriteria Harga )} \quad (3)$$

3. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot.

Dengan bobot  $w_j = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$ , dimana  $w_j$  adalah bobot dari kriteria ke-j dan  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$  maka normalisasi bobot matriks V adalah

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (4)$$

dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ; dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

dimana  $v_{ij}$  adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot V

$w_j$  adalah bobot dari kriteria ke-j

$r_{ij}$  adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi R.

4. Menentukan matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.

Solusi ideal positif dinotasikan  $A^*$ , sedangkan solusi ideal negatif dinotasikan  $A^-$ , Berikut ini adalah persamaan dari  $A^*$  dan  $A^-$  :

$$A^* = \{ \tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_m^+ \} ; \quad \tilde{v}_j^+ = \max ( v_{ij} ) \quad (5)$$

$$A^- = \{ \tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_m^- \} ; \quad \tilde{v}_j^- = \min ( v_{ij} ) \quad (6)$$

dimana  $v_{ij}$  adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot V,

$v_j^+$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ) adalah elemen matriks solusi ideal positif,

$v_j^-$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ) adalah elemen matriks solusi ideal negatif.

5. Menghitung separasi.

$S^+$  adalah jarak faktor dari solusi ideal positif didefinisikan sebagai.,

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^m s(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad i=1,2,\dots \quad (7)$$

$S^-$  adalah jarak faktor dari solusi ideal negatif didefinisikan sebagai:

$$S_i^- = \sum_{j=1}^m s(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i=1,2,\dots,n \quad (8)$$

dimana  $s(\tilde{a}, \tilde{b})$  adalah jarak pengukuran antara bilangan fuzzy  $\tilde{a}$  dan  $\tilde{b}$  yang

$$s(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2 + (c_2 - c_1)^2]} \quad (9)$$

$s_i^+$  adalah jarak faktor ke-i dari solusi ideal positif,

$s_i^-$  adalah jarak faktor ke-i dari solusi ideal negatif,

$v_{ij}$  adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot V,

$v_j^+$  adalah elemen matriks solusi ideal positif,

$v_j^-$  adalah elemen matriks solusi ideal negatif.

6. Menghitung kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif.

Kedekatan relatif dari setiap faktor terhadap solusi ideal positif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CC_i = \frac{s_i^-}{(s_i^- + s_i^+)}, 0 \leq c_i^+ \leq 1 \quad (10)$$

Dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$

dimana :

$CC_i$  adalah kedekatan relatif dari faktor ke- $i$  terhadap solusi ideal positif,

$s_i^+$  adalah jarak faktor ke- $i$  dari solusi ideal positif,

$s_i^-$  adalah jarak faktor ke- $i$  dari solusi ideal negatif.

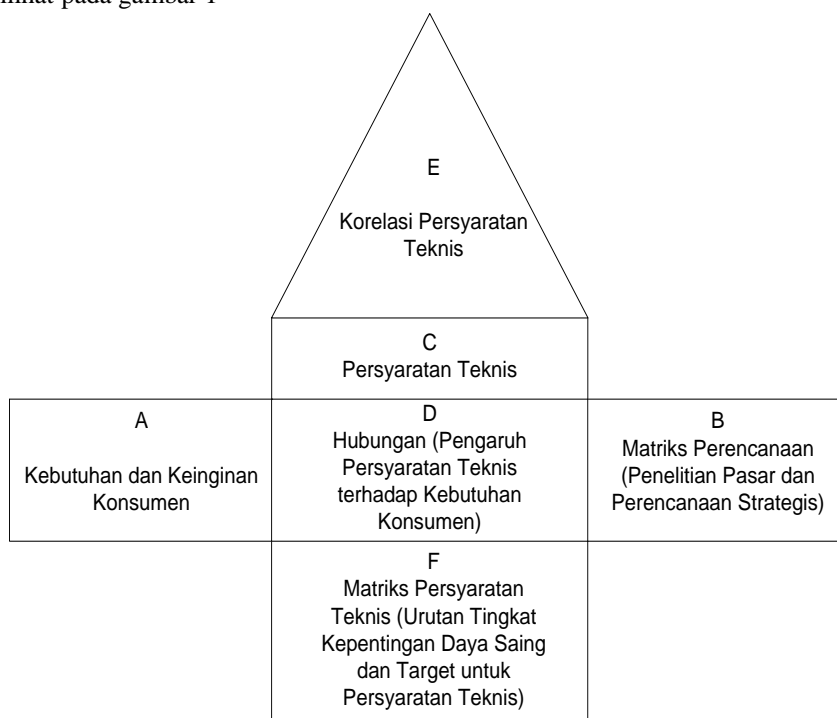
#### 7. Merangking Faktor.

Faktor diurutkan dari nilai  $CC_i$  terkecil ke nilai terbesar. Faktor dengan nilai  $CC_i$  terkecil merupakan faktor yang harus ditingkatkan kualitasnya.

#### Pengolahan QFD

QFD adalah suatu metodologi untuk menterjemahkan kebutuhan dan keinginan konsumen kedalam suatu produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik

Aplikasi QFD dilakukan dalam bentuk matriks besar sering disebut sebagai *House of Quality* (HOQ) yang dapat dilihat pada gambar 1



**Gambar 1 Bentuk Matriks Umum House of Quality (HOQ)**  
(Kiziltas dkk, 2005)

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penyebaran kuisioner terhadap pelanggan UseeTV di Semarang sebanyak 100 responden dengan menggunakan skala likert yang kemudian diubah menjadi bilangan triangular Fuzzy berdasarkan penelitian Awasthi et al (2011) yang dapat dilihat pada tabel 1

**Tabel 1 Bilangan Triangular Fuzzy Untuk Setiap Faktor**

Bahasa Linguistik	Skala Likert	Bilangan <i>Triangular Fuzzy</i>
Sangat Tidak Puas	1	1,1,3
Tidak Puas	2	1,3,5
Cukup Puas	3	3,5,7
Puas	4	5,7,9
Sangat Puas	5	7,9,9

Hasil dari penelitian adalah bobot dan rangking tiap faktor sehingga dapat dijadikan acuan untuk rancangan perbaikan terhadap layanan UseeTV

### Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Berdasarkan dari hasil kuesioner maka dilakukan pengolahan menggunakan software SPSS dimana hasil dari Tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan pelanggan dari layanan UseeTV dan layanan pesaing valid dan reliabel.

### Pengolahan Fuzzy-TOPSIS

Dalam penentuan bobot kepentingan langkah pertama adalah mengubah skala liker hasil kuisioner menjadi bilangan triangular fuzzy seperti pada lampiran yang kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapat bobot agregasi fuzzy tingkat kepentingan seperti pada tabel 2 dengan contoh perhitungan untuk faktor C1 sebagai berikut

$$a = \text{Min} \{a_{ijk}\} = 5 ; b = \frac{1}{K} \sum b_{ijk} = \frac{1}{100} (9+9+9+7 + \dots + 7) = 8,46 ; c = \text{Max} \{C_{ijk}\} = 9$$

**Tabel 2 Agregasi Bobot Fuzzy Untuk Tingkat Kepentingan Setiap Faktor**

Faktor	Bobot Agregasi Fuzzy
C1	(5, 8.46, 9)
C2	(3, 8.44, 9)
C3	(5, 8.56, 9)
C4	(3, 8.42, 9)
C5	(5, 8.58, 9)
C6	(3, 8.38, 9)
C7	(3, 8.22, 9)
C8	(3, 7.6, 9)
C9	(3, 8.3, 9)
C10	(3, 8.34, 9)
C11	(1, 8.34, 9)
C12	(5, 8.34, 9)
C13	(1, 7.16, 9)
C14	(1, 7.56, 9)
C15	(3, 8.5, 9)

Setelah menghitung bobot tingkat kepentingan maka langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat kepuasan setiap faktor. Agregasi bobot Fuzzy untuk Tingkat performansi dapat dilihat pada tabel 3

**Tabel 3 Agregasi Bobot Fuzzy Untuk Tingkat Performansi Setiap Faktor**

Faktor	Bobot Agregasi Fuzzy		
	UseeTV	Indovision	TOP TV
C1	(3, 6.60, 9)	(3, 7.80, 9)	(1, 6.40, 9)
C2	(3, 6.54, 9)	(3, 7.47, 9)	(3, 6.80, 9)
C3	(1, 4.52, 9)	(1, 4.52, 9)	(1, 4.52, 9)
C4	(1, 4.70, 9)	(1, 6.13, 9)	(1, 5.60, 9)
C5	(1, 4.10, 9)	(1, 7.07, 9)	(1, 5.33, 9)
C6	(1, 5.30, 9)	(3, 6.93, 9)	(1, 5.00, 9)
C7	(1, 6.14, 9)	(3, 6.67, 9)	(1, 5.87, 9)
C8	(3, 5.84, 9)	(3, 5.87, 9)	(1, 5.60, 9)
C9	(3, 6.18, 9)	(1, 5.93, 9)	(1, 6.13, 9)
C10	(1, 4.54, 9)	(1, 6.07, 9)	(1, 6.20, 9)
C11	(1, 4.56, 9)	(3, 7.33, 9)	(1, 5.93, 9)
C12	(1, 4.44, 9)	(3, 7.07, 9)	(1, 6.80, 9)
C13	(1, 5.32, 9)	(1, 5.27, 9)	(1, 5.93, 9)
C14	(1, 5.16, 9)	(1, 7.00, 9)	(1, 4.53, 9)
C15	(1, 4.28, 9)	(1, 6.00, 9)	(1, 6.40, 9)

Langkah selanjutnya menghitung normalisasi matriks keputusan *fuzzy* dengan rumus persamaan 2 dan 3 Untuk contoh perhitungan faktor C1 layanan UseeTV sebagai berikut :

$$c_j^* = \max_i c_{ij} = 9$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{3}{9}, \frac{6,569}{9}, \frac{9}{9} \right) = (0,33,0,73,1)$$

Untuk contoh perhitungan faktor C15 ( Kategori Biaya ) adalah sebagai berikut :

$$\bar{a}_j = \min \bar{a}_j = 1$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{1}{9}, \frac{1}{4,27_i}, \frac{1}{1} \right) = (0,11,0,23,1)$$

Berikut merupakan hasil perhitungan normalisasi matriks keputusan *fuzzy* untuk setiap faktor pada tabel 4

**Tabel 4 Normalisasi Matriks Keputusan Fuzzy**

Faktor	Nilai normalisasi		
	UseeTV	Indovision	TOP TV
C1	( 0,33 0,73 1,00 )	( 0,33 0,87 1,00 )	( 0,11 0,71 1,00 )
C2	( 0,33 0,73 1,00 )	( 0,33 0,83 1,00 )	( 0,33 0,76 1,00 )
C3	( 0,11 0,50 1,00 )	( 0,11 0,71 1,00 )	( 0,11 0,65 1,00 )
C4	( 0,11 0,52 1,00 )	( 0,11 0,68 1,00 )	( 0,11 0,62 1,00 )
C5	( 0,11 0,46 1,00 )	( 0,11 0,79 1,00 )	( 0,11 0,59 1,00 )
C6	( 0,11 0,59 1,00 )	( 0,33 0,77 1,00 )	( 0,11 0,56 1,00 )
C7	( 0,11 0,68 1,00 )	( 0,33 0,74 1,00 )	( 0,11 0,65 1,00 )
C8	( 0,11 0,65 1,00 )	( 0,33 0,65 1,00 )	( 0,11 0,62 1,00 )
C9	( 0,11 0,69 1,00 )	( 0,11 0,66 1,00 )	( 0,11 0,68 1,00 )
C10	( 0,11 0,50 1,00 )	( 0,11 0,67 1,00 )	( 0,11 0,69 1,00 )
C11	( 0,11 0,51 1,00 )	( 0,33 0,81 1,00 )	( 0,11 0,66 1,00 )
C12	( 0,11 0,49 1,00 )	( 0,33 0,79 1,00 )	( 0,11 0,76 1,00 )
C13	( 0,11 0,59 1,00 )	( 0,11 0,59 1,00 )	( 0,11 0,66 1,00 )
C14	( 0,11 0,57 1,00 )	( 0,11 0,78 1,00 )	( 0,11 0,50 1,00 )
C15	( 0,11 0,23 1,00 )	( 0,33 0,50 1,00 )	( 0,11 0,47 1,00 )

Setelah dilakukan perhitungan matriks ternormalisasi pada masing-masing layanan maka langkah selanjutnya adalah menghitung matriks ternormalisasi terbobot.

Nilai  $r_{ij}$  pada tabel 4 Dan  $w_j$  pada tabel 2 Digunakan untuk menghitung matriks keputusan ternormalisasi terbobot dengan menggunakan rumus persamaan 4.

contoh perhitungan untuk faktor C1 layanan UseeTV sebagai berikut:

$$V_{ij} = ( 5, 8,46, 9 ) \times ( 0,33 0,73 1,00 ) = ( 1,667, 6,2040 , 9 )$$

Berikut merupakan hasil perhitungan matriks ternormalisasi terbobot yang ditampilkan pada tabel 5

**Tabel 5 Matriks Keputusan Fuzzy Ternormalisasi Terbobot**

Faktor	Nilai normalisasi terbobot		
	UseeTV	Indovision	TOP TV
C1	( 1,667, 6,204, 9 )	( 1,667, 7,332, 9 )	( 0,556, 6,016, 9 )
C2	( 1, 6,133, 9 )	( 1, 7,002, 9 )	( 1, 6,376, 9 )
C3	( 0,556, 4,299, 9 )	( 0,556, 6,087, 9 )	( 0,556, 5,579, 9 )
C4	( 0,333, 4,397, 9 )	( 0,333, 5,738, 9 )	( 0,333, 5,239, 9 )
C5	( 0,556, 3,909, 9 )	( 0,556, 6,737, 9 )	( 0,556, 5,084, 9 )
C6	( 0,333, 4,935, 9 )	( 1, 6,456, 9 )	( 0,333, 4,655, 9 )
C7	( 0,333, 5,608, 9 )	( 1, 6,089, 9 )	( 0,333, 5,358, 9 )
C8	( 1, 4,932, 9 )	( 1, 4,954, 9 )	( 0,333, 4,729, 9 )
C9	( 1, 5,699, 9 )	( 0,333, 5,472, 9 )	( 0,333, 5,656, 9 )
C10	( 0,333, 4,207, 9 )	( 0,333, 5,622, 9 )	( 0,333, 5,745, 9 )
C11	( 0,111, 4,226, 9 )	( 0,333, 6,796, 9 )	( 0,111, 5,498, 9 )

C12	(0.556, 4.114, 9)	(1.667, 6.548, 9)	(0.556, 6.301, 9)
C13	(0.111, 4.232, 9)	(0.111, 4.189, 9)	(0.111, 4.702, 9)
C14	(0.111, 4.334, 9)	(0.111, 5.880, 9)	(0.111, 3.808, 9)
C15	(0.333, 1.986, 9)	(0.333, 4.250, 9)	(0.333, 3.984, 9)

Setelah didapat matriks ternormalisasi terbobot maka pada masing-masing faktor akan dicari nilai minimum dan nilai terbesar. Solusi ideal positif dinotasikan  $A^+$ , sedangkan solusi ideal negatif dinotasikan  $A^-$ .

Perhitungan pada langkah ini menggunakan persamaan 5 dan 6

Contoh perhitungan FNIS (A-) dan FPIS (A\*) untuk faktor C1

$$FNIS (A-) = \min (1.667, 1.667, 0.556) = 0.556$$

$$FPIS (A^*) = \max (9, 9, 9) = 9$$

Berikut dapat dilihat pada tabel 6 yang merupakan rekap FNIS (A-) dan FPIS (A\*)

**Tabel 6 FNIS (A-) dan FPIS (A\*)**

Faktor	FNIS (A-)	FPIS (A*)
C1	0,555556	9
C2	1	9
C3	0,555556	9
C4	0,333333	9
C5	0,555556	9
C6	0,333333	9
C7	0,333333	9
C8	0,333333	9
C9	0,333333	9
C10	0,333333	9
C11	0,111111	9
C12	0,333333	9
C13	0,111111	9
C14	0,111111	9
C15	0,333333	9

Langkah selanjutnya adalah menghitung separasi atau jarak dari setiap faktor. Pada perhitungan kali ini menggunakan persamaan rumus 9.

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk faktor C1 layanan UseeTV:

$$(A_1, A^-) = \sqrt{\frac{1}{3} (1.667 - 0.556)^2 + (6.2040 - 0.556)^2 + (9 - 0.556)^2} = 17,4080$$

$$(A_1, A^*) = \sqrt{\frac{1}{3} (1.667 - 9)^2 + (6.2040 - 9)^2 + (9 - 9)^2} = 10,2659$$

Berikut merupakan hasil perhitungan  $S^- (A_1, A^-)$  dan  $S^+ (A_1, A^*)$  untuk setiap faktor pada tabel 7

**Tabel 7 Jarak  $S^- (A_1, A^-)$  dan  $S^+ (A_1, A^*)$  Setiap Faktor**

Faktor	UseeTV		Indovision		TOP TV	
	v-	v*	v-	v*	v-	v*
C1	17,4080	10,2659	19,7439	9,4267	16,8542	13,3688
C2	15,0581	12,0366	6,6708	11,3320	15,4852	11,8135
C3	14,2204	15,5680	16,9845	13,2989	16,0920	13,8343
C4	15,2709	16,0496	17,3871	14,2919	16,5296	14,8759
C5	13,7587	16,2051	18,2529	12,7384	15,3032	14,4400
C6	16,0476	15,2727	18,8398	11,7456	15,6321	15,6642
C7	17,1553	14,4363	18,1137	12,0791	16,7268	14,7289
C8	16,1165	13,4254	16,0771	15,2468	15,7387	15,5589
C9	17,3916	12,4824	16,9192	14,5932	17,2408	14,3819
C10	15,0195	16,3472	17,1798	14,4206	17,4001	14,2840



C11	15,9902	16,9679	20,6239	13,3284	18,0056	15,2125
C12	14,9095	15,8630	19,2527	9,9647	18,4629	13,0986
C13	15,9995	16,9571	15,9415	17,0249	16,7095	16,2214
C14	16,1414	16,7967	18,7154	14,7911	15,4466	17,6615
C15	12,9737	20,7179	15,0752	16,2789	14,7402	16,7113

Langkah terakhir dari perhitungan *Fuzzy* TOPSIS adalah menghitung kedekatan relatif dari setiap faktor terhadap solusi ideal positif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 10.

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk faktor C1 layanan UseeTV

$$CC_i = \frac{17,408}{(17,408 + 10,265)} = 0,629$$

Berikut merupakan hasil perhitungan  $CC_i$  untuk setiap faktor yang ditampilkan pada tabel 8

**Tabel 8 Nilai  $CC_i$  Tiap Faktor**

Faktor	Cci		
	UseeTV	Indovision	TOP TV
C1	0,62904	0,6768	0,5577
C2	0,55576	0,5953	0,5673
C3	0,47738	0,5609	0,5377
C4	0,48757	0,5489	0,5263
C5	0,45918	0,5890	0,5145
C6	0,51237	0,6160	0,4995
C7	0,54303	0,5999	0,5318
C8	0,54555	0,5133	0,5029
C9	0,58216	0,5369	0,5452
C10	0,47884	0,5437	0,5492
C11	0,48517	0,6074	0,5420
C12	0,48451	0,6589	0,5850
C13	0,48547	0,4836	0,5074
C14	0,49005	0,5586	0,4665
C15	0,38507	0,4808	0,4687

Setelah dilakukan pengolahan menggunakan *Fuzzy* TOPSIS maka langkah selanjutnya adalah mengurutkan faktor dari yang memiliki  $CC_i$  terkecil hingga memiliki nilai  $CC_i$  terbesar seperti pada tabel 9

**Tabel 9 Rangkings Tingkat Performansi Setiap Faktor Layanan UseeTV**

Notasi	Faktor	Rangkings
C15	Harga paket yang murah	1
C5	Koneksi stabil ( Jarang mengalami hilang sinyal/gambar ) di setiap waktu	2
C3	Kualitas sinyal setiap channel selalu baik di setiap waktu	3
C10	Fitur-fitur selalu dapat beroperasi	4
C12	Kecepatan pemulihan saat server utama bermasalah	5
C11	Kemudahan mengoperasikan fitur layanan	6
C13	Kejelasan Informasi Website UseeTV	7
C4	Setiap Channel selalu tersedia	8
C14	Kemudahan menggunakan remote	9
C6	Paket acara sesuai dengan kebutuhan pelanggan	10
C7	Program yang memuaskan pelanggan	11
C8	Fasilitas penunjang layanan yang menarik ( Unlimited SLJJ, Internet 1mbps/2mbps)	12
C2	Kualitas suara yang baik	13

C9	Fitur up to date yang memuaskan pelanggan	14
C1	Kualitas gambar yang baik	15

Sementara untuk bobot tingkat kepentingan dengan menggunakan cara yang sama dengan pengolahan Fuzzy-TOPSIS untuk tingkat performansi didapat hasil sebagai berikut pada tabel 10

**Tabel 10 Bobot Tingkat Kepentingan Setiap Faktor**

Faktor	CCi	Faktor	CCi	Faktor	CCi
C1	0,915	C6	0,814	C11	0,701
C2	0,816	C7	0,811	C12	0,914
C3	0,917	C8	0,795	C13	0,664
C4	0,912	C9	0,813	C14	0,678
C5	0,917	C10	0,814	C15	0,818

### **Pengolahan *Quality Function Deployment***

Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *Fuzzy* TOPSIS maka telah diperoleh nilai performansi tiap faktor pada layanan UseTV dan pesaingnya. Nilai performansi tersebut akan digunakan sebagai dasar perancangan planning matriks dalam metode *Quality Function Deployment*.

#### *Pembentukan House of Quality*

- Langkah pertama dalam pembentukan HoQ adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen sesuai pengolahan data sebelumnya selanjutnya adalah menentukan respon teknis dari tiap kebutuhan konsumen yang dapat dilihat pada tabel 10

**Tabel 10 Respon Teknis Perusahaan**

No	Technical Response
1	Gambar 720p
2	Suara Dolby 5.1 <i>Surround</i> 85 dB
3	Menggunakan kabel fiber optik
4	<i>Signal to Noise; 31 dB downstream, 25 dB upstream</i>
5	<i>Attenuation 28 dB downstream, 18 dB upstream</i>
6	<i>Bandwith</i> 6 mbps
7	Memiliki lebih dari 5 paket acara
8	Penambahan <i>channel sport</i> dan hiburan
9	Penambahan CCTV
10	Fitur <i>Live streaming, Video on Demand</i> , karaoke
11	HTTP <i>Stream</i> 9,8 mbps
12	<i>Transfer rate</i> 30 fps
13	<i>User interface</i> fitur lebih sederhana
14	Pemulihan server down < 24 jam
15	Penambahan penjelasan pada konten website
16	Desain remote <i>user friendly</i>
17	Harga paket Rp 200.000 –Rp 400.000

- Langkah selanjutnya adalah menentukan hubungan antara kebutuhan konsumen dengan respon teknis Semakin banyak respon teknis yang berkaitan dengan kebutuhan pelanggan, berarti respon teknis tersebut sangat berpengaruh dalam pemenuhan kebutuhan pelanggan.
- Langkah selanjutnya adalah menentukan hubungan respon teknis Pada tahap ini dilakukan pemetaan hubungan antara masing-masing respon teknis untuk mengetahui sejauh mana pengaruh antara masing-masing respon teknis.
- Planning matrix merupakan matriks perencanaan yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen kedalam rencana-rencana untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pada planning matriks tingkat kepentingan dan tingkat performansi didapat dari metode Fuzzy TOPSIS. Layanan yang memiliki tingkat performansi tertinggi dijadikan acuan untuk benchmarking sehingga didapat nilai improvement ratio. Langkah terakhir dari planning matriks adalah menghitung weight tiap faktor yang didapat dari perkalian improvement ratio dan tingkat kepentingan

- Langkah terakhir dari pembentukan HoQ adalah penentuan bobot dan prioritas respon teknis. Perhitungan bobot respon teknis dilakukan dengan cara menghitung nilai hubungan kebutuhan konsumen dan respon teknis perusahaan dikalikan dengan weight kebutuhan konsumen. Setelah diketahui masing-masing bobot dari respon teknis maka dapat diketahui prioritas dari tiap-tiap faktor.
- Berdasarkan dari bobot akhir yang didapat dari pengolahan QFD didapat hasil berdasarkan respon teknis sesuai dengan prioritas pertama hingga terakhir secara berurutan adalah Harga paket Rp 200.000 –Rp 400.000, *Bandwith* 6 minimal mbps, *Attenuation* 28 dB downstream; 18 dB upstream, *Signal to Noise* 31 dB downstream; 25 dB upstream, menggunakan kabel fiber optik, pemulihan server down < 24 jam, memiliki lebih dari 5 paket acara, gambar 720p, penambahan CCTV, HTTP Stream 9,8 mbps, *transfer rate* 30 fps, suara Dolby 5.1 Surround 85 dB, penambahan *channel sport* dan hiburan, fitur *Live streaming*, *Video on Demand* dan karaoke, desain *remote user friendly* serta penambahan penjelasan pada konten website

## KESIMPULAN

Tingkat kepuasan pelanggan pada setiap faktor layanan UseeTV secara keseluruhan masih lebih rendah dibandingkan layanan pesaing khususnya Indovision, tercatat hanya faktor memiliki fitur up to date dan fasilitas layanan penunjang menarik yang memiliki tingkat kepuasan lebih tinggi dibandingkan layanan TV berbayar pesaing yaitu dengan nilai 0,5822 dan 0,5455. Sementara itu faktor yang memiliki tingkat kepuasan lebih tinggi dibandingkan layanan berbayar TOP TV adalah Layanan UseeTV memiliki kualitas gambar yang baik, UseeTV menyediakan Paket acara yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan, UseeTV menyediakan berbagai informasi yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan kemudahan menggunakan remote.

Dengan hanya terdapat 2 faktor dari layanan UseeTV yang lebih baik dibandingkan layanan pesaing utama yaitu Indovision, maka perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan UseeTV, berdasarkan pengolahan QFD yang menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan yaitu meliputi faktor-faktor harga paket Rp 200.000 –Rp 400.000, *bandwith* 6 minimal mbps, *attenuation* 28 dB downstream; 18 dB upstream, *signal to noise* 31 dB downstream; 25 dB upstream, menggunakan kabel fiber optic dan pemulihan server down < 24 jam. Maka rekomendasi yang dapat diberikan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan UseeTV yaitu selalu memantau jaringan server dan melatih kecepatan operator dalam melakukan pemulihan jaringan, mengganti kabel tembaga yang tua menjadi fiber optik, meningkatkan besaran *bandwidth*, *SNR* dan *attenuation*, memberikan diskon ataupun voucher pada pembelian produk atau untuk mengikuti suatu *event* tertentu, menggunakan teknologi HD dengan kualitas gambar 720p pada setiap channel.

## PUSTAKA

- Amirzadeh, R., Shoorvarzy, M.R., 2013. *Prioritizing service quality factors in Iranian Islamic banking using a fuzzy approach*. International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management 6 (1) . 64-78
- Awasthi, A., Chauhan S.S., Omrani, H., Panahi, A., 2011. *A Hybrid Approach Based on Servqual and Fuzzy TOPSIS for Evaluating Transportation Service Quality*. Computers and Industrial Engineering 61. 637-646
- Kotler, P. 2008. *Manajemen Pemasaran : Analisis, Perencanaan dan Pengendalian*. Erlangga. Jakarta
- Kiziltas, S., Birgonul, M.T., Dikmen, I., 2005. *Strategic use of quality function deployment (QFD) in the construction industry*. Building and Environment 40 , 245–255.
- Kusumadewi, Sri. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Li, S.S., 2014. *Digital Television Adoption: Comparing the Adoption of Digital Terrestrial Television with adoption of Digital Cable in Taiwan*. Telematics and Informatics 31. 126-13
- Shin, D.H., 2009. *Determinants of Customer Acceptance of Multi Service Network: An Implication for IP Based Technologies*. Informatio and Management 46. 16-22.
- Tjiptono, Fandy. 2007. *Pemasaran Strategik*. ANDI. Yogyakarta.
- Umar, Husein. 2002. *Metode Riset Komunikasi Organisasi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- www.bps.go.id

## ANALISA PROSES PENGEMBANGAN PRODUK DI INDUSTRI PESAWAT TERBANG DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

### (STUDI KASUS PT.X)

Resa Christa Nugraha<sup>1</sup>, Putu Dana Karningsih<sup>2</sup>, Dewanti Anggrahini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

Telp. (031) 5939361

E-mail: [dewanti@ie.its.ac.id](mailto:dewanti@ie.its.ac.id)

#### ABSTRAK

Industri pesawat terbang di Indonesia sedang melakukan banyak perbaikan untuk dapat mempertahankan bisnisnya. Salah satu usaha yang dilakukan adalah mengevaluasi aktivitas produksi apakah sudah efektif dan efisien. Aktivitas produksi yang terjadi pada industri pesawat terbang terdiri dari dua tahapan penting yaitu tahap perancangan dan pengembangan produk dan tahap produksi itu sendiri. Merancang suatu produk bukanlah tugas yang mudah, upaya besar diperlukan untuk mencapai desain rinci yang siap memproduksi dan meluncurkan ke pasar. Penelitian ini dilakukan di industri pesawat terbang di Indonesia (PT X). PT X memiliki masalah dalam proses pengembangan produknya. Proyek yang dikerjakan tidak sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Diidentifikasi penyebab keterlambatan proyek ini salah satunya adalah adanya pemborosan (*waste*) dalam proses. Untuk mengatasi masalah ini, digunakan pendekatan *lean manufacturing* dan diperoleh hasil bahwa *waste* yang kritis adalah panjangnya waktu tunggu, pemahaman yang tidak sama antara karyawan yang terlibat dalam proses pengembangan produk, ketidaksesuaian kompetensi sumber daya manusia yang ada, dan kurangnya jumlah SDM yang memadai untuk mengerjakan proyek PT X. Dalam penelitian ini mencari akar penyebab terjadinya *waste* kritis tersebut dan menyusun sejumlah rekomendasi perbaikan diantaranya adalah perlu proses transfer pengetahuan dan manajemen, serta pengembangan jalur karir spesialis untuk pekerja untuk mencapai proses pengembangan produk yang lebih *lean*.

**Kata Kunci:** *cause effect diagram, industri pesawat terbang, lean manufacturing, product design, value stream mapping, waste*

#### PENDAHULUAN

PT X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang usaha produk dan jasa kedirgantaraan. Pesanan pesawat terbang yang masuk ke PT X datang dari berbagai pihak baik dari dalam maupun dari luar negeri. Dari dalam negeri pesanan pesawat berdatangan untuk keperluan militer, tipe pesawatnya terdiri dari pesawat berpenumpang dan baling-baling (*rotary plane*). Sedangkan dari luar negeri pesanan berupa pesawat berpenumpang (*boeing*). Sebagai Industri strategis, PT X mengemban dua misi yang penting yaitu misi bisnis untuk memperoleh laba, sebagaimana umumnya sebuah badan usaha berbentuk perseroan terbatas, dan misi alih teknologi yang mengharuskan PT X menguasai dan menjadi ujung tombak pengembangan teknologi serta industri kedirgantaraan nasional. Ketika terjadi krisis ekonomi dan moneter di Indonesia, PT X ikut terkena dampak berkurangnya potensi pasar secara signifikan. Namun kemudian, di saat perekonomian Indonesia yang mulai membaik, PT X memiliki semangat untuk bangkit dan berkembang kembali.

PT X melakukan berbagai upaya untuk memperbaiki kondisi perusahaan. Berdasarkan diskusi dengan pihak perusahaan, diketahui bahwa PT X membagi upaya perbaikan tersebut menjadi 3 fase, yaitu fase analisa dan evaluasi, fase stabilisasi dan fase pertumbuhan (*growth*). Dalam fase analisa, pimpinan serta karyawan PT X melakukan evaluasi terhadap kondisi perusahaan secara menyeluruh, baik aspek teknis dan non teknis. Hasil dari fase analisa ini akan menjadi masukan untuk fase stabilisasi, kemudian keluaran dari fase stabilisasi akan menjadi masukan bagi fase pertumbuhan. Dalam fase stabilisasi, pihak PT X melaksanakan program restrukturisasi perusahaan, dimana salah satu keluaran dari analisa yang dihasilkan adalah perusahaan perlu melakukan restrukturisasi organisasi sesuai dengan kebutuhan, penataan ulang Sumber Daya Manusia (SDM), serta restrukturisasi permodalan dan keuangan. Semua upaya tersebut untuk mencapai kondisi perusahaan yang lebih ramping dan efisien. Perampingan tersebut dilakukan terutama bagian penting yang berhubungan dengan aktivitas utama perusahaan. Aktivitas

utama PT X terdiri dari dua proses penting, yaitu proses pengembangan (*design*) pesawat dan proses produksi pesawat terbang.

Proses pengembangan produk merupakan urutan dari setiap tahapan atau aktivitas perusahaan untuk menyusun, merancang dan menkomersilkan sebuah produk (Ulrich, 1995). Secara umum fase dalam proses desain pesawat terbang memiliki kemiripan dengan fase pengembangan produk pada umumnya, hanya detail aktivitas yang terjadi di setiap tahapannya berbeda (Fielding, 1999). Tahap pertama, pihak perusahaan membuat desain konseptual. Pada tahapan ini desain dari konsumen akan disesuaikan dengan aspek ekonomis dan kapabilitas perusahaan. Pada tahapan ini dilakukan perhitungan untuk setiap ide yang dibuat. Perhitungan tersebut meliputi aerodinamika (*aerodynamics*), struktur dan material, daya gerak (*propulsion*), sistem dan peralatan, berat, performa, kontrol dan stabilitas, ergonomis operasi, dan *noise*. Sebuah perubahan kecil dalam desain dapat mempengaruhi seluruh konfigurasi, yang memerlukan penggambaran dan perhitungan ulang. Tahap kedua adalah desain awal (*preliminary design*), dalam tahap ini tidak terjadi perubahan besar. Di akhir *preliminary design* akan melibatkan pengembangan proposal skala penuh, *preliminary design* harus membangun keyakinan bahwa pesawat dapat dibangun tepat waktu dan sesuai dengan biaya diperkirakan. Tahap ketiga adalah desain rinci. Di tahap ini desainer merancang dan menganalisa setiap komponen secara rinci. Desain produksi juga menjadi bagian penting dari luaran tahapan ini. Desainer menentukan bagaimana pesawat akan dibuat, dimulai dengan proses *sub assembly* yang paling sederhana dan membangun untuk proses perakitan akhir (*final assembly*). Desainer produksi dapat memodifikasi desain untuk kemudahan fabrikasi. Setelah desain produksi selesai dibuat, langkah berikutnya adalah proses produksi, struktur aktual dari pesawat di fabrikasi oleh direktorat produksi PT X. Tahap ini merupakan tahap manufaktur pada umumnya. Setelah pesawat selesai di produksi, pesawat akan memasuki tahap uji coba. Tahap ini melibatkan pilot uji untuk melakukan pengujian pesawat. Tahap terakhir adalah *in service support*.

Dalam proses pengembangan produk, dibutuhkan dana dalam jumlah yang besar dan waktu yang cukup panjang. Salah satu kendala yang terjadi dalam proses ini adalah *over the wall syndrome*, yang disebabkan oleh kurangnya komunikasi antara direktorat desain dan direktorat produksi. Masalah ini dapat menyebabkan perpanjangan waktu produksi. Dengan mundurnya waktu pengiriman, konsumen memberikan penalti, dimana penalti tersebut mengurangi profit perusahaan. Berdasarkan diskusi dengan anggota tim proyek, terdapat proses yang tidak efektif dan efisien, yang menyebabkan keterlambatan proyek. Penyebab masalah ini adalah karena terjadi pemborosan (*waste*) dalam proses pengembangan produk, seperti pengaturan yang buruk dan utilisasi SDM yang rendah.

Berdasarkan analisa terhadap kondisi eksisting tersebut, perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan konsep *lean manufacturing* atau *lean production*. Dikutip dari Anggrahini (2012), *The MEP Lean Network* mendefinisikan *lean* sebagai sebuah pendekatan sistematis untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) melalui perbaikan berkelanjutan dengan mengalirkan produk sesuai dengan permintaan konsumen. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari *Value Stream Mapping* (VSM), diketahui bahwa terjadi *non value added activity* atau pemborosan (*waste*) di beberapa proses. Dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* pada literatur yang ditulis Haque and James Moore (2004) diketahui bahwa *waste* yang paling sering terjadi (kritis) adalah *waiting*, *lack of common prioritisation*, dan *lack of human potentials*.

Setelah mengetahui *waste* kritis dalam proses pengembangan produk di PT X, dalam penelitian ini dilakukan analisa penyebab terjadinya *waste* kritis tersebut. Analisa tersebut dilakukan untuk mendapatkan akar masalah dari kondisi yang terjadi. Dengan mengetahui akar penyebabnya, maka akan dapat disusun sejumlah rekomendasi perbaikan untuk dapat diterapkan di PT X selanjutnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hoppman (2009) yang mengatakan bahwa sangat mustahil untuk mengadopsi sepenuhnya metode yang digunakan dalam proses produksi tertentu untuk diaplikasikan dalam proses pengembangan produk yang lain, pasti ada penyesuaian dengan kondisi riil untuk mendapatkan hasil mendekati konsep *lean*.

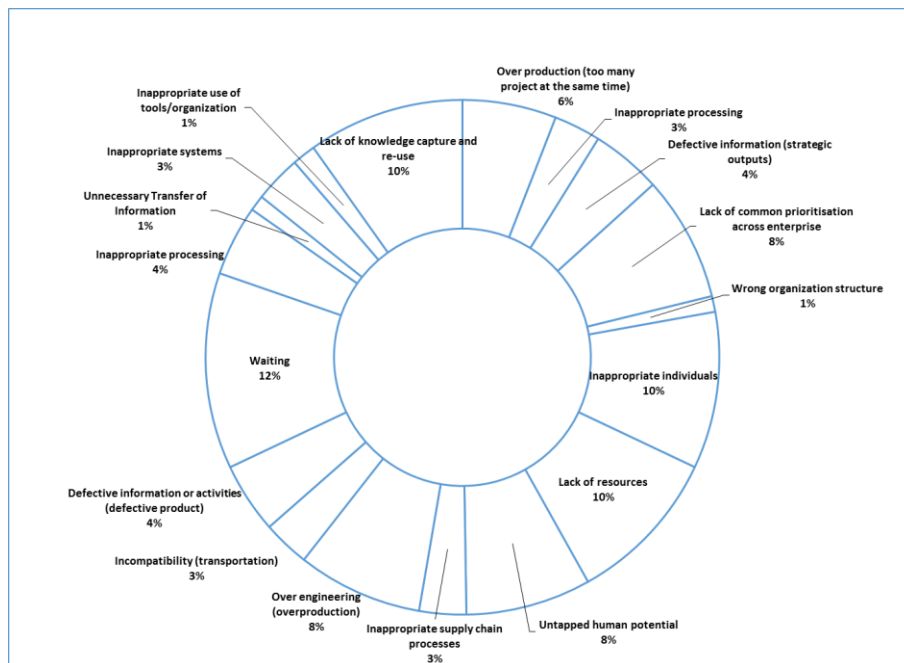
## **IDENTIFIKASI PEMBOROSAN (WASTE) PADA PROSES PENGEMBANGAN PRODUK**

Berdasarkan *focus group discussion* dan analisa kondisi eksisting dengan menggunakan *value stream mapping* serta penyebaran kuesioner, diketahui bahwa ada 4 jenis *waste* yang menjadi *waste* kritis, yaitu *waiting* (12%), *lack of knowledge capture and re-use* (10%), *inappropriate individuals* (10%) dan *lack of resources* (10%). *Waiting* merupakan pemborosan yang paling kritis di proses pengembangan produk ini, dimana *waiting* adalah *waste* dimana terjadi karena lamanya waktu menunggu untuk melakukan proses selanjutnya. Sejauh ini dalam proyek PT X *waiting* merupakan *waste* yang belum memiliki solusi.

*Lack of knowledge capture and re-use* adalah pemborosan yang terjadi karena adanya pemahaman yang tidak sama antara satu karyawan dengan yang lain di proses pengembangan produk ini. Kurangnya daya tangkap terhadap pengetahuan dan penggunaan kembali dapat mempengaruhi langsung ke waktu pengiriman. Jika tim proyek PT X ini tidak memiliki pengetahuan ketika mereka membutuhkannya, mereka akan perlu menemukan terlebih dahulu. Limbah ini tidak hanya terjadi dalam proyek pesawat PT X, tetapi juga proyek lain. Hal ini terjadi karena perusahaan tidak memiliki peraturan tentang *knowledge capture* dan *reuse*.

*Inappropriate individuals* disebabkan oleh kompetensi karyawan kurang sesuai dengan kebutuhan penunjang. Sebagian besar pekerja adalah anggota baru, dan mereka tidak memiliki pelatihan yang tepat sebelum penempatan di perusahaan. Selain itu, proyek ini memiliki masalah perbedaan usia. Perbedaan usia antara pekerja sangat luas, dan itu mempengaruhi proses transfer pengetahuan. Hal tersebut menyebabkan sering terjadinya kesalahan desain atau perhitungan dalam proses pengembangan produk ini, sehingga harus dilakukan revisi bahkan merancang ulang. Proses revisi tersebut menghabiskan waktu yang lebih panjang untuk menyelesaikan desain produk tersebut. Mundurnya waktu penyelesaian desain mengakibatkan mundurnya waktu penyelesaian di lantai produksi, sehingga PT X harus menyelesaikan pesanan dalam waktu yang melebihi batas kesepakatan.

*Lack of resources* adalah *waste* yang terjadi karena kurangnya SDM. Di awal tahun 2000 PT X hampir mengalami kebangkrutan, sehingga mereka memberhentikan sebagian besar pekerja. Proses rekrutmen juga berhenti selama bertahun-tahun, karena perusahaan tidak mampu membayar gaji terlalu banyak pekerja. Saat ini ketika perusahaan memiliki banyak proyek untuk dikerjakan, jumlah SDM yang ada tidak mencukupi, sehingga menyebabkan pekerja harus bertanggung jawab pada lebih dari satu proyek. Keterbatasan tersebut mengakibatkan proyek mengalami keterlambatan. Pemetaan *waste* yang terjadi di proses pengembangan produk PT X ini digambarkan dalam gambar 1.



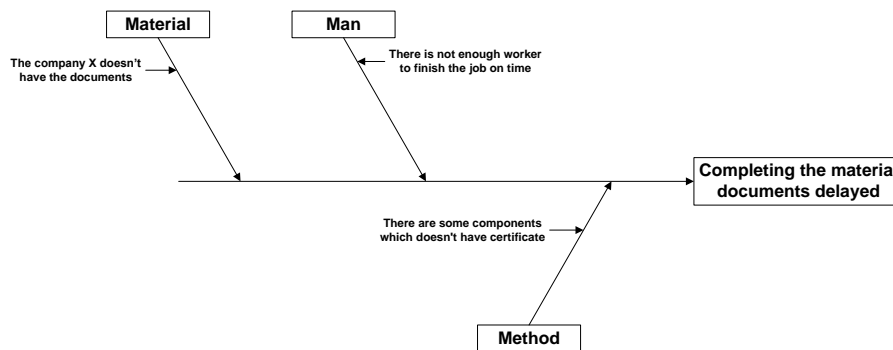
Gambar 1 Waste kritis yang terjadi di Proyek Perancangan Pesawat di PT X

### IDENTIFIKASI PENYEBAB TERJADINYA WASTE KRITIS

Setelah menentukan *waste* kritis dalam proses pengembangan produk, langkah selanjutnya adalah untuk menemukan kemungkinan penyebab itu. Alat yang digunakan dalam kegiatan ini adalah *cause-effect diagram* (*fishbone diagram*). *Fishbone diagram* dibuat untuk mengetahui penyebab terjadinya suatu permasalahan dengan membagi komponen penyebabnya menjadi enam kelompok, yaitu manusia, mesin, metode, pengukuran, material dan lingkungan. Terdapat dua masalah yang perlu dipecahkan, pertama adalah keterlambatan ditemukan dari *value stream mapping*, dan kedua adalah *waste* kritis yang ditemukan dari hasil kuesioner.

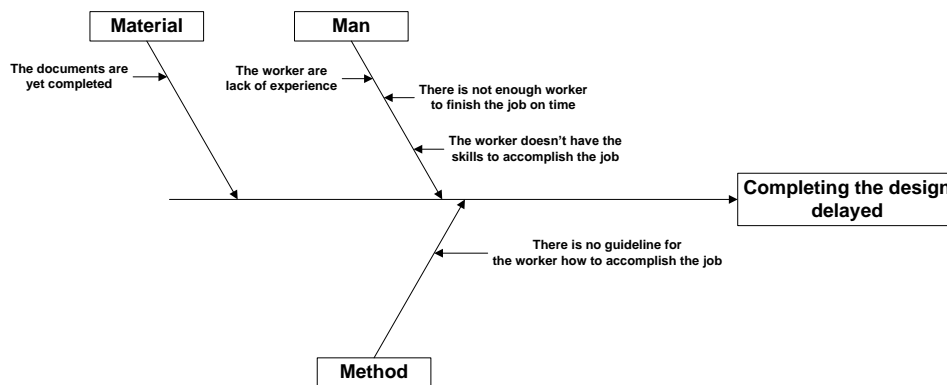
### Analisa Waste Kritis dari Pemetaan Value Stream Mapping

Value stream mapping adalah sebuah tool dalam lean manufacturing yang digunakan untuk menggambarkan aliran material dan informasi, dimana gambar tersebut sebagai bahan untuk menganalisa dan mengevaluasi kondisi kerja yang terjadi (Wolfgang, 2007). Informasi yang dikumpulkan dari value stream mapping adalah bahwa ada kesenjangan yang signifikan antara lead time dan value added time. Kesenjangan yang signifikan ini menunjukkan ada banyak non value added activities yang terjadi dalam proses pengembangan produk. Delay pada proses ini yang terpanjang terjadi pada penyelesaian dokumen materi yang mencapai hampir satu bulan, lalu pada penyelesaian desain yang mencapai sepuluh hari, dan pada ground control drawing yang mencapai sepuluh hari. Masalah pertama adalah keterlambatan pada penyelesaian dokumen materi. Berdasarkan gambar 2, penyebabnya adalah perusahaan tidak memiliki dokumen, jumlah pekerja yang tidak cukup untuk menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, dan ada beberapa komponen yang tidak memiliki sertifikat.



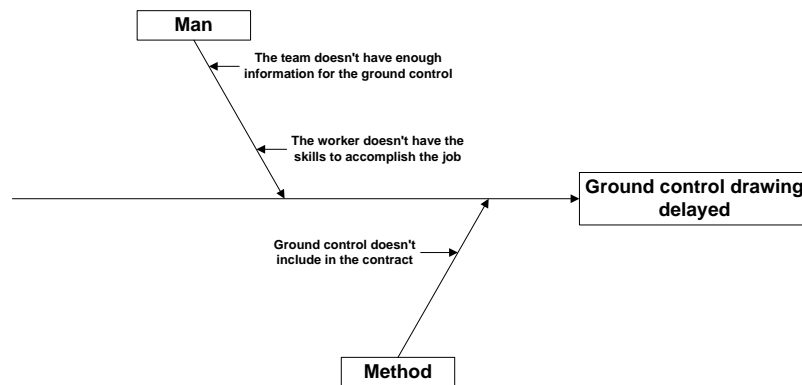
Gambar 2 Cause effect Diagram Untuk Keterlambatan Penyelesaian Dokumen Materi

Masalah kedua adalah keterlambatan pada penyelesaian desain. Berdasarkan Gambar 3, penyebabnya adalah jumlah pekerja yang ada pekerja tidak cukup untuk menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, para pekerja tidak memiliki keterampilan untuk menyelesaikan pekerjaan, para pekerja memiliki pengalaman yang relatif kurang, dokumen yang belum terselesaikan, serta tidak ada pedoman bagi pekerja bagaimana menyelesaikan pekerjaan.



Gambar 3 Cause effect Diagram Untuk Keterlambatan Penyelesaian Desain

Masalah ketiga adalah keterlambatan pada ground control drawing. Berdasarkan gambar 4, penyebabnya adalah tim tidak memiliki informasi yang cukup untuk ground control drawing, para pekerja tidak memiliki keterampilan untuk menyelesaikan pekerjaan, dan ground control tidak termasuk dalam kontrak kerja.

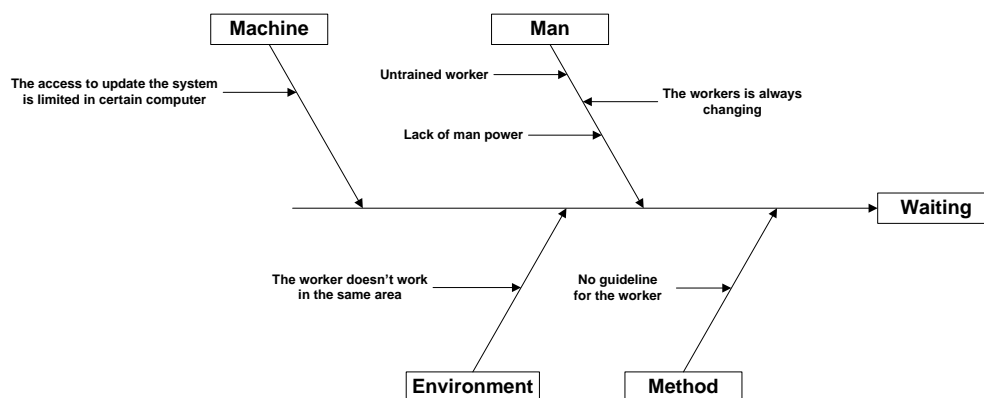


Gambar 4 Cause effect Diagram Untuk Keterlambatan Ground Control Drawing

### Analisa Waste Kritis dari Hasil Pengolahan Kuesioner

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil pengolahan kuesioner adalah diidentifikasi sejumlah *waste* dalam proses pengembangan produk di PT X. Tidak semua *waste* yang diidentifikasi merupakan *waste* kritis. Ada empat jenis *waste* kritis, yaitu lamanya waktu tunggu (*waiting*), kurangnya penangkapan pengetahuan dan informasi serta menggunakannya kembali (*lack of knowledge*), kompetensi manusia yang kurang memenuhi (*inappropriate individuals*) serta keterbatasan jumlah SDM. Setiap jenis *waste* dianalisa dengan menggunakan *cause effect diagram* untuk menemukan kemungkinan penyebab *waste* tersebut.

Yang pertama adalah *waste* lamanya waktu tunggu (*waiting*). Menurut Gambar 5, penyebab *waste waiting* dapat bervariasi karena waktu tunggu terjadi di sebagian besar proses pengembangan produk. Karyawan yang tidak terlatih biasanya bekerja lebih lambat dari karyawan yang terlatih, sehingga dapat mempengaruhi penyelesaian proyek. Jumlah karyawan yang terbatas juga memberikan efek lamanya waktu penyelesaian, karena masing-masing karyawan akan memiliki beban kerja yang lebih besar. Karena jumlah SDM yang terbatas, mereka harus mengelola jumlah karyawan untuk setiap proyek. Jumlah karyawan yang selalu berubah menyebabkan anggota tim akan berubah dalam jangka waktu tertentu. Perubahan ini akan mempengaruhi pekerjaan, karena pekerjaan yang belum selesai harus diselesaikan oleh orang lain, dimana orang tersebut masih harus beradaptasi dengan pekerjaan barunya. Hasil pekerjaan seringkali tidak sebaik jika salah satu karyawan atau anggota tim yang sama bekerja pada proyek yang sama sampai dengan selesai. Akses untuk memperbarui sistem juga terbatas dalam komputer tertentu. Hal ini mempengaruhi karyawan tidak dapat memperbarui hasil kerja mereka secara instan. Mereka perlu menunggu sampai orang yang bertanggung jawab terlibat untuk memperbarui sistem input hasil kerja mereka. Para karyawan juga tidak bekerja di area kerja yang sama, ini akan mempengaruhi komunikasi antara karyawan. Tidak adanya *standard operating procedure* juga mengakibatkan karyawan harus menemukan cara sendiri untuk menyelesaikan pekerjaan.

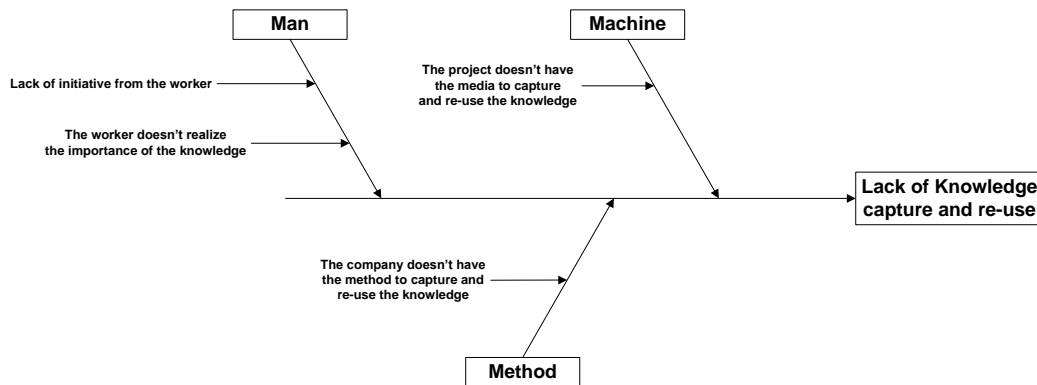


Gambar 5 Cause effect Diagram Untuk Waste Waiting

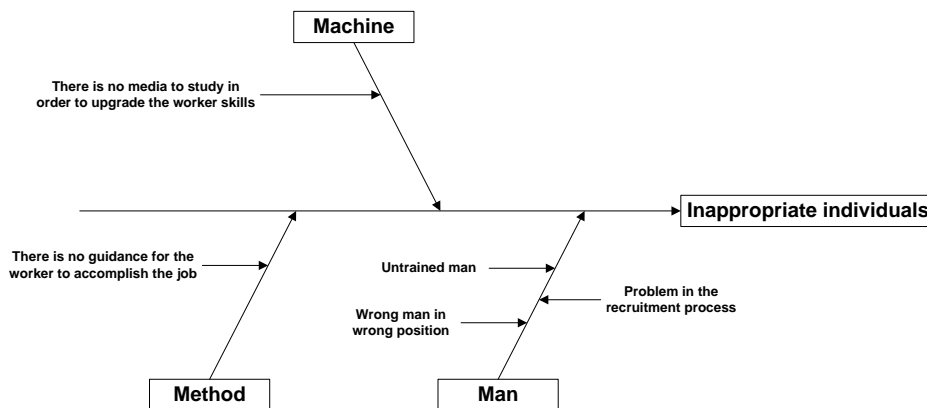


Permasalahan selanjutnya adalah kurangnya penangkapan pengetahuan dan informasi serta menggunakannya kembali (*lack of knowledge*). Hal ini disebabkan oleh kurangnya menangkap pengetahuan dan informasi kemudian menggunakan kembali. Penyebab terjadinya *waste* ini digambarkan pada gambar 6. *Waste* ini juga terjadi di proyek lain, karena tidak ada peraturan dari perusahaan untuk melakukan evaluasi dari proyek sebelumnya dan menyimpan informasi yang dikumpulkan untuk *database* terpusat. Perusahaan atau proyek juga tidak memiliki media untuk menangkap dan menggunakan kembali *database* tersebut. Meskipun saat ini perusahaan masih dalam proses untuk membangun sebuah sistem yang terintegrasi, kurangnya inisiatif juga dipengaruhi SDM banyak yang kurang peduli tentang pengetahuan atau informasi dari proyek sebelumnya. Karyawan tidak menyadari pentingnya *knowledge* dan informasi.

Permasalahan selanjutnya adalah kurang sesuai kompetensi individu yang terlibat dalam tim. Penyebab terjadinya masalah ini dapat dilihat pada gambar 7. Selama ini di perusahaan belum ada media belajar untuk meningkatkan keterampilan karyawan. Meskipun ada perpustakaan, namun buku-buku dan literatur tidak pernah diperbarui. Hal ini seharusnya tidak terjadi karena sebagai produsen pesawat, PT X harus memiliki sumber terbaru dan berbagai informasi tentang pesawat. Banyak juga terdapat karyawan yang tidak memiliki kompetensi desain ditempatkan dalam tim ini. Hal ini terjadi akibat kesalahan penempatan individu dan ketidaksesuaian dalam proses rekrutmen terhadap posisi yang dibutuhkan.

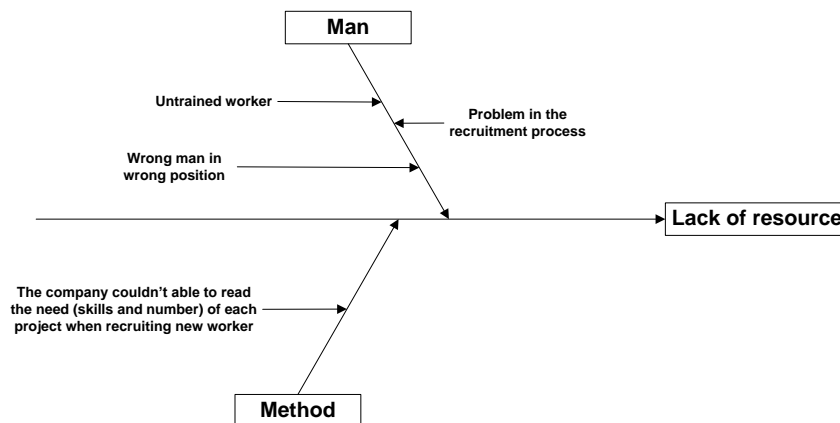


Gambar 6 Cause effect Diagram Untuk Waste Lack of Knowledge



Gambar 7 Cause effect Diagram Untuk Waste Inappropriate Individuals

*Waste* kritis yang terakhir adalah keterbatasan SDM, yang mana akar penyebab terjadinya digambarkan pada gambar 8. *Waste* ini juga terjadi di seluruh perusahaan. Beberapa tim akan mendorong perusahaan untuk menetapkan lebih banyak dalam satu proyek, dan itu menyebabkan kurangnya SDM pada proyek yang lain. Karyawan dengan kompetensi yang tidak sesuai juga mempengaruhi hasil kerja, sekalipun jumlah karyawan dalam tim cukup banyak. Masalah dalam proses perekrutan tidak hanya tentang kurangnya jumlah karyawan tetapi juga kompetensi calon karyawan yang kurang sesuai. Tim rekrutmen dari PT X seharusnya mampu membaca kebutuhan kompetensi dan jumlah karyawan untuk proyek saat ini dan beberapa proyek ke depan.



### PEMBAHASAN ANALISA 5 WHYS

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, terdapat dua hasil. Pertama adalah berdasarkan hasil *value stream analysis* dan yang kedua berdasarkan identifikasi *waste* kritis dengan pengolahan kuesioner. Kemudian diolah dengan menggunakan *5 whys analysis* dan melalui *focus group discussion* dengan tim pengembangan produk di PT X diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Penerapan sistem SAP (ERP) di perusahaan bermasalah. Cukup sulit untuk menentukan apakah masalah ini adalah masalah riil atau tidak. Karena pada PT X, SAP ini baru diimplementasikan selama satu tahun dan proses ini masih berlangsung hingga dilakukannya pengamatan. Jadi sistem SAP belum dapat dikatakan gagal, tetapi dalam kondisi saat ini SAP tidak bisa memberikan informasi yang cukup kepada para karyawan yang membutuhkan.
2. Sistem rekrutmen dan masalah kontrak manajemen, yang memiliki hubungan dengan kondisi perusahaan PT X. Masalah ini sulit untuk diperbaiki, karena akan memerlukan informasi yang komprehensif tentang kondisi keseluruhan PT X.
3. Permasalahan jumlah SDM yang terampil dan proses transfer *knowledge* yang membutuhkan media *knowledge sharing* antar anggota tim. Ini merupakan masalah manajerial yang harus diselesaikan untuk dapat menjalankan proses desain dalam waktu yang lebih pendek.

### REKOMENDASI PERBAIKAN

Dari analisis yang telah dilakukan, terhadap akar masalah *waste* yang terjadi dalam proses pengembangan produk, disusun sejumlah rekomendasi perbaikan untuk PT X, yaitu:

1. Perlu adanya perbaikan dalam proses alokasi karyawan dan rekrutmen karyawan yang baru. Hal ini perlu dikontrol tidak hanya oleh pimpinan tertinggi di perusahaan tetapi juga dari perwakilan direktorat yang membutuhkan karyawan baru, sehingga akan diperoleh karyawan yang memiliki kompetensi sesuai dengan kebutuhan pekerjaan.
2. Perlu adanya kegiatan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi SDM yang ada di perusahaan. Dalam kondisi saat ini, tidak ada pelatihan khusus bagi para karyawan. Pelatihan formal ini dilakukan secara berkala berdasarkan kebutuhan khusus pekerjaan. Agar para karyawan dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan yang sesuai dengan pengembangan keilmuan di bidang desain dan produksi pesawat terbang. Pelatih bisa dari internal PT X atau ahli dari instansi lain.
3. Untuk menjembatani perbedaan usia yang cukup jauh antara karyawan senior dan junior yang cukup jauh. PT X juga memiliki urgensi adanya proses *transfer knowledge* dari karyawan senior untuk karyawan junior. Ada banyak cara untuk *transfer knowledge* ini, dari percakapan non-formal sampai membuat modul pembelajaran. Dapat juga dengan mengkondisikan karyawan senior dan junior bekerja bersama-sama dalam beberapa proyek. Dengan cara ini karyawan junior bisa mendapatkan pengalaman dan pengetahuan dari karyawan senior. Kemudian karyawan junior membuat tulisan tentang pekerjaan dan *knowledge* yang didapatkan menjadi jurnal atau modul yang dapat diakses oleh karyawan junior lainnya. Proses ini harus dikontrol oleh beberapa pimpinan departemen yang terlibat, sehingga proses *transfer knowledge* ini dapat bertahan sampai seterusnya.

#### **PUSTAKA**

- Anggrahini, Dewanti. (2012). *Pengembangan Model Lean Assessment Dengan Memperhatikan Kesiapan Komponen Teknologi Untuk Industri Kecil dan Menengah (IKM)*. Institut Teknologi Bandung : Tesis.
- Fielding, J.P. (1999). *Introduction to Aircraft Design 1st ed.* United Kingdom: Cambridge University Press.
- Haque, B. and M. James Moore. (2004). *Applying Lean Thinking to New Product Development*. *Journal of Engineering Design*, vol. XV, no. 1, pp. 1-31.
- Hoppman, J. (2009). *The Lean Innovation Roadmap A Systematic Approach to introducing lean in product development process*.
- Ulrich, K.T. and S. D. Eppinger. (1995). *Product Design and Development*. Singapore: McGraw Hill.
- Wolfgang, A., V. Walton and J. Yong Li. (2007). *Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation*. Worcester Polytechnic Institute.

## ANALISIS DESAIN AIR CONDITIONER REMOTE CONTROL DENGAN METODE CONJOINT ANALYSIS DARI ASPEK DISPLAY DAN KONTROL

Julia Fransiska<sup>1</sup>, Ratna Purwaningsih<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: julia.fransisk4@gmail.com<sup>1</sup>, ratna\_ti2005@yahoo.com<sup>2</sup>

### ABSTRAKS

Display pada alat control berfungsi sebagai pemberi informasi kepada pengguna agar dapat mengoperasikan mesin berjalan dengan baik. Berdasarkan pendapat 30 pengguna, 50 % pengguna menyatakan display remote control AC saat ini memiliki kekurangan yaitu susah untuk digunakan karena arti simbol ataupun label yang tertera pada remote control AC kurang dimengerti. Sebanyak 46,67 % pengguna menyatakan bahwa akan membutuhkan waktu yang lama untuk mengoperasikan remote control AC karena merasa bingung. Melihat dari hal tersebut, diperlukan adanya analisis desain display remote control AC. Adapun tujuan dari penelitian mengenai desain display tersebut adalah untuk mendapatkan alternatif desain display dan mengidentifikasi persepsi mengenai keinginan pengguna terhadap desain display remote control AC menggunakan conjoint analysis sehingga memberikan usulan konsep desain. Analisis conjoint merupakan suatu metode untuk dapat menentukan tingkat kepentingan yang relative berdasarkan persepsi pengguna pada suatu produk. Analisis dilakukan dengan melihat hasil utility estimate dan importance value. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu desain yang diinginkan oleh pengguna berdasarkan analisis conjoint tersebut. Desain yang diinginkan tersebut meliputi desain remote control AC dengan tampilan keterangan layar penuh, keterangan tombol dengan gambar dan tulisan (simbol dan label), bentuk casing slim curve dan ukuran remote control AC yang kecil.

**Kata Kunci** : Air conditioner remote control, perancangan produk, conjoint analysis, display dan kontrol.

### PENDAHULUAN

Desain yang baik diperlukan agar dapat menunjang suatu produk dapat dioperasikan atau digunakan dengan baik pula. Aspek perancangan produk *remote control* yang perlu diperhatikan adalah pada display dan kontrol yang ditampilkan. Display dan kontrol yang baik akan memperhatikan pada sisi warna, jarak peletakan, simbol, dan bentuk tombol yang digunakan pada *remote control* AC. Menurut Aktar dkk., (2009), dan Kim dkk., (2009) produk akan memiliki desain yang efektif apabila memiliki keunggulan pada gaya produk atau baik dalam tampilan visualnya. Menurut Pulat (1996), desain kontrol perlu dilakukan penggabungan fungsi kontrol untuk mengurangi gerakan ruang panel. Selain itu, perlu mengutamakan kontrol yang penting. Kontrol paling penting tersebut digunakan paling sering harus memiliki posisi paling baik, mudah dijangkau, dan dioperasikan. Berdasarkan keinginan pengguna dan desain *remote control* AC yang telah ada, faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan *display remote control* AC adalah pada tampilan layar, keterangan tombol, bentuk dari *casing*, ukuran *casing*. Keempat faktor yang penting tersebut merupakan atribut yang akan masing-masingnya memiliki beberapa jenis atau macamnya yang dapat disebut sebagai level atributnya. Misalnya pada atribut bentuk *casing* memiliki 3 level atribut yaitu *slim curve*, *square* dan *casing* dengan penutup. Berikut Gambar 1. Memberikan ilustrasi level atribut untuk bentuk *casing*,



Gambar 1. Level Atribut Bentuk Casing

Sedangkan untuk atribut layar memiliki 3 level atribut yaitu layar dengan tampilan penuh, layar hanya prioritas tampilan suhu dan layar dengan susunan vertikal kebawah. Untuk atribut keterangan tombol adalah dengan gambar saja, tulisan saja dan lengkap (gambar dan tulisan). Atribut ukuran *casing* berupa ukuran besar dan kecil.

Untuk dapat menciptakan beberapa alternatif desain *remote control AC*, dilakukan kombinasi dari campuran acak level produk yang ada. Kombinasi yang dilakukan menghasilkan 9 sampel produk yang akan dinilai oleh pengguna. Hasil yang didapatkan akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan perancangan konsep desain. Misalnya hasil untuk ukuran *casing*, pengguna lebih tertarik atau menginginkan ukuran *casing* dengan dimensi yang kecil. Berdasarkan hasil tersebut maka konsep desain dari *remote control AC* akan dibuat dengan ukuran yang kecil.

Menurut Simamora (2005), analisis *conjoint* merupakan suatu teknik analisa yang digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan yang relatif berdasarkan persepsi pelanggan mengenai suatu produk tertentu dan nilai kegunaan yang muncul dari atribut-atribut produk terkait. Tahapan yang perlu dilakukan dalam analisis ini adalah dengan menentukan atribut dan level atribut dari suatu produk terlebih dahulu. Level atribut yang ada kemudian dikombinasikan hingga membentuk beberapa sampel desain yang akan diberikan penilaian oleh pengguna produk. Hasil penilaian pengguna kemudian diolah dan dilakukan analisis tingkat kepentingan dengan melihat hasil deviasi atau *utility estimated* serta *importance value* (Hsu dkk., 2000). Hasil yang terpilih akan dijadikan sebagai usulan konsep desain yang dibuat berdasarkan keinginan pelanggan.

## METODOLOGI

Menurut Ulrich dkk., (2001), identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan bagian penting dari fase pengembangan konsep yang merupakan salah satu fase pada proses pengembangan produk. Tahap ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuisioner kepada masyarakat mengenai keluhan kekurangan dan keinginan yang diharapkan pada desain *display remote control AC*. Hasil yang didapatkan adalah bahwa masyarakat menyatakan masih terdapat beberapa kekurangan pada beberapa aspek desain *remote control AC*. Aspek tersebut adalah pada tampilan layar, keterangan tombol, serta bentuk dan ukuran *casing*.

Setelah identifikasi kebutuhan pelanggan, tahap berikutnya adalah menentukan spesifikasi produk. Spesifikasi produk dilakukan berguna untuk dapat mengetahui bagian-bagian pada *remote control AC* yang dibangun berdasarkan identifikasi kebutuhan pelanggan yang telah dilakukan sebelumnya. Kemudian tahap penyusunan konsep desain. Tahap ini merupakan suatu gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip dan bentuk dari produk. Tahap dimana dilakukan penyusunan konsep sampel produk yang telah didapatkan sebelumnya. Berikutnya adalah tahap seleksi konsep disain. Pada tahap penyusunan dan seleksi konsep terdapat metode yang digunakan. Seleksi konsep dilakukan dengan mengacu penilaian sampel produk yang ada kepada responden. Kemudian hasil penilaian yang terkumpul akan dilakukan pengolahan dengan metode *conjoint analysis*.

### *Conjoint Analysis*

Tahapan dalam melakukan *conjoint analysis* meliputi (1) menentukan atribut yang berpengaruh, (2) merancang kombinasi atribut. Menentukan atribut yang berpengaruh bagi *user* dilakukan dengan melakukan wawancara pada konsumen dan melihat dari referensi *remote control* yang telah ada pada saat ini. Berdasarkan pengamatan dari berbagai produk *remote* yang telah ada dan hasil wawancara dengan *user* didapat bahwa *remote control AC* dari aspek *display* memiliki 4 atribut atau komponen yaitu (1) tampilan keterangan layar, (2) keterangan tombol, (3) bentuk *casing*, dan (4) ukuran *remote control*. Berdasarkan jumlah atribut yang kurang dari 6 yang didapatkan maka dapat digolongkan sesuai dengan metode *conjoint* yang ada yaitu *choice based conjoint*. Level atribut yang terpilih kemudian dibuat alternatif konsep desain seperti pada Tabel 1.

Survei menggunakan metode *convenience sampling (non probability sampling)*, dimana tidak semua populasi yang mempunyai kesempatan yang sama untuk menjadi sampel atau responden (Eriyanto, 2007). Sampel yang dipilih adalah dari orang atau unit yang mudah untuk dijangkau atau diakses. Menurut Green dan Srinivasan (1978) dalam Charles (2011) menyarankan untuk menggunakan sample minimal sejumlah 100 responden untuk melakukan pengujian agar dapat mendapatkan estimasi kehandalan. Dari jumlah responden berdasarkan penggolongan usia responden menurut WHO (1995) dalam Departemen Kesehatan (2009) adalah usia remaja (12-25 tahun), dewasa (26-45 tahun), setengah Baya (45 tahun- 65 tahun), masing-masing berjumlah 35 responden.

**Tabel 1. Atribut dan Level Atribut yang akan Dievaluasi**

No	Atribut	Level dari masing-masing atribut
1	Tampilan Keterangan Layar	Keterangan prioritas (suhu)
		Keterangan penuh
		Keterangan penuh vertikal
2	Keterangan Tombol	Gambar saja
		Tulisan saja
		Gambar dan tulisan (lengkap)
3	Bentuk <i>Casing</i>	<i>Slim curve</i>
		<i>Square</i>
		Penutup
4	Ukuran <i>Remote</i>	Kecil (kurang dari 4,5 x 12,5 cm )
		Besar (lebih dari 5,5 x 14 cm)

**Metode Perhitungan *Conjoint Analysis***

Langkah dalam menghitung nilai *conjoint analysis* adalah dengan menentukan nilai deviasi standar dari data hasil kuisioner yang nantinya digunakan untuk menentukan nilai *utility estimate* dan *important value*. Perhitungan umum untuk menentukan deviasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Deviasi standar} = \text{Rangking level rata-rata} - \text{rangking rata-rata keseluruhan} \dots\dots\dots (1)$$

Kemudian menentukan *utility estimate* dimana nilai *Utility estimate* didapatkan dari hasil perhitungan deviasi pada tiap level pada atribut *remote control AC*.

- *Utility estimate* = Deviasi =  $D = y - \text{cons}$  .....(2)  
Besarnya deviasi yang telah dihitung/didapatkan dari proses *conjoint*.
- *Deviasi<sup>2</sup>* =  $D^2$ , hasil dari besar kuadrat deviasi ..... (3)
- *Total* =  $\sum D^2$ , jumlah semua hasil pengkuadratan deviasi .....(4)
- *Standarisasi* =  $\frac{\text{jumlah semua level}}{\text{total}}$  .....(5)
- *Deviasi Standar* =  $\text{Deviasi}^2 \times \text{Standarisasi}$  .....(6)
- *Estimasi Part-Worth* =  $\sqrt{\text{Deviasi Standar}}$  ..... (7)
- *Range of Part-Worth* = *Estimasi Parth-worth* untuk level disukai (positif) .....(8)
- *Estimasi Parth-worth* tidak disukai (negatif).

Berikutnya adalah menentukan nilai *importance values* dengan formulasi berikut ini

$$\text{Factor Importance} = \frac{\text{Range of part-worth}}{\text{total range}} \times 100 \% \dots\dots\dots(9)$$

Level atribut yang akan terpilih dapat dilihat dari nilai selisih *utility estimate* yang paling besar. Nilai *importance values* yang paling besar akan menunjukan atribut yang paling mempengaruhi responden dalam memilih desain display dan kontrol *remote control AC* (Hair,2010). Untuk mengetahui atau mengukur sah atau tidaknya kuisioner yang disebarkan kepada responden dilakukan uji validasi. Kuisioner dinyatakan valid apabila dari pertanyaan yang diungkapkan dapat menyiratkan tujuan dari hal yang akan diukur oleh kuisioner tersebut. Pengolahan analisis *conjoint* ini dilakukan dengan menggunakan *software SPSS 16* (Hartono,2008). Input yang dimasukkan pada *syntax editor* akan didapatkan nilai *utility estimate* dan *importance values*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kombinasi atribut menghasilkan alternative konsep desain**












Sampel produk yang akan dievaluasikan pada responden merupakan kombinasi dari level-level atribut . Tipe yang digunakan adalah tipe analisis *conjoint* berupa *full profile*, kombinasi atribut didapatkan dari hasil pengolahan pada *syntax editor SPSS 16*. Untuk melakukan pengurangan terhadap kombinasi level, digunakan rancangan faktorial fraksional (*fractional factorial design*). Kombinasi level atribut adalah seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kombinasi Level Atribut akan Dievaluasi**

Sampel	Tampilan Keterangan Layar	Jenis tombol	Bentuk Casing	Ukuran Remote
A	Keterangan penuh vertikal	Tulisan	Penutup	Kecil
B	Keterangan penuh vertikal	Gambar dan tulisan	<i>Slim curve</i>	Besar
C	Keterangan penuh	Gambar	Penutup	Besar
D	Keterangan penuh	Gambar dan tulisan	<i>Square</i>	Kecil
E	Keterangan penuh	Tulisan	<i>Slim curve</i>	Kecil
F	Keterangan prioritas (suhu)	Gambar dan tulisan	Penutup	Kecil
G	Keterangan prioritas (suhu)	Gambar	<i>Slim curve</i>	Kecil
H	Keterangan penuh vertikal	Gambar	<i>Square</i>	Kecil
I	Keterangan prioritas (suhu)	Tulisan	<i>Square</i>	Besar

Tiap sampel produk dibuat dengan memperhatikan 4 atribut penting remote control AC. Terdapat beberapa tombol pada *remote control* AC. Tombol tersebut berguna untuk mengoperasikan remote sesuai dengan fungsinya masing-masing. Dimensi tombol remote adalah seperti pada Tabel 3 dan dimensi label dan simbol pada *remote control* AC adalah seperti pada Tabel 4.

**Tabel 3. Dimensi Tombol (Berlanjut)**



Istilah	Bentuk Tombol	Warna Tombol	Dimensi
Power		Merah	Radius: 3,5 mm Tinggi: 3 mm
Temperatur		Hijau	@Tombol Tinggi Segitiga: 5 mm
Mode		Biru	Lebar : 5 mm Panjang: 8 mm Tinggi : 2 mm
Fan speed		Abu-abu	Radius: 3 mm Tinggi : 2 mm
Turbo		Abu-abu	Radius: 3 mm Tinggi : 2 mm
Swing		Abu-abu	Radius: 3 mm Tinggi : 2 mm
Eco navigator		Abu-abu	Radius: 3 mm Tinggi : 2 mm
Set		Oranye	Lebar : 5 mm Panjang: 8 mm Tinggi : 2 mm
On timer		Abu-abu	Radius: 3mm Tinggi : 2 mm
Off timer		Abu-abu	Radius: 3 mm Tinggi : 2 mm
Clock timer		Abu-abu	@Tombol Tinggi Segitiga: 5 mm Tinggi: 2 mm

**Tabel 4. Dimensi Label dan Simbol**

Jenis Display	Istilah	Bentuk Tampilan	Dimensi
Label /Tulisan	Power	<b>POWER</b>	Tinggi:2,5 mm
	Mode	<b>MODE</b>	Tinggi:2 mm
	Temperatur	<b>TEMP</b>	Tinggi:2 mm
	Fan Speed	<b>FAN</b>	Tinggi:2 mm
	Turbo	<b>TURBO</b>	Tinggi:2 mm
	Swing	<b>SWING</b>	Tinggi:2 mm
	Econavigator	<b>ECO</b>	Tinggi:2 mm
	Timer	<b>TIMER</b>	Tinggi:2 mm
	Set	<b>SET</b>	Tinggi:2 mm
	On timer	<b>ON</b>	Tinggi:2 mm
	Off timer	<b>OFF</b>	Tinggi:2 mm
	Clock timer	+, -	@Label

Layar terdapat pula simbol untuk dapat mengetahui pengaturan yang telah dilakukan. Berikut adalah simbol yang terdapat pada layar pada Tabel 5..

**Tabel 5. Dimensi Simbol Layar**

Istilah	Bentuk tampilan	Dimensi
Fan Speed		Tinggi : 5 m
Swing		Tinggi : 5 mm

Menurut Kroemer dkk., (2001), menyatakan agar menggunakan warna-warna yang berbeda tidak lebih dari 7 warna. Selain warna beberapa bentuk tombol juga dibedakan sesuai dengan fungsi dari tombol. Diperlukan ketepatan kriteria - kriteria yang perlu diperhatikan dalam merancang desain *remote control* AC. Selain masalah warna, pengelompokkan fungsi juga berperan memudahkan pengguna menggunakan remote. Peletakan tombol-tombol pada remote juga perlu diperhatikan. Peletakan perlu dilihat berdasarkan kegunaan atau fungsi dari masing-masing tombol. Berikut penggolongan tombol sesuai *group* tombolnya terdapat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Pengelompokkan Tombol (Berlanjut)**

Kelompok	Tombol	Fungsi
Group 1	Power	Menyalakan/mematikan AC
	Temperatur	Mengubah suhu AC
Group 2	Mode	Mengatur pengaturan AC (auto, cool, dry)
	Turbo	Mengatur pengaturan pendinginan cepat pada ruangan.
	Fan Speed	Mengatur kecepatan kipas pada AC.
	Swing	Mengatur gerakan pendinginan pada AC.
	Econavigator	Mengatur sistem gerak pendinginan sesuai letak orang yang terdapat pada ruangan.
Group 3	Set timer	Mengatur pengaturan waktu
	+	Mengatur pengaturan waktu
	-	Mengatur pengaturan waktu
	On timer	Mengaktifkan pengaturan waktu
	Off timer	Mematikan pengaturan waktu

Setelah diperoleh alternative desain konsep produk berdasarkan kombinasi atribut dan pengolahan data berupa pendapat responden yang melakukan ranking pada alternative desain (pada skala 1-9) maka akan diperoleh konsep desain yang terpilih. Penelitian ini menggunakan perankingan dari ranking 1 hingga 9. Nilai 1 merupakan nilai yang menunjukkan sampel produk yang sangat baik/sangat diinginkan hingga



nilai 9 yang menunjukkan sangat kurang/sangat tidak diinginkan. Data yang diperoleh diolah dengan conjoint analysis pada *software* SPSS untuk mendapatkan nilai utilities estimate dan important value.

#### Utilities Estimate

Berdasarkan perhitungan analisis *conjoint* yang telah dilakukan pada SPSS 16. Didapatkan nilai deviasi atau *utility estimate* pada setiap sampel produk yang dievaluasi oleh responden. Nilai utility tersebut adalah nilai dari masing-masing responden 1 hingga 105 dan nilai secara keseluruhan. Nilai masing-masing responden dari 1 hingga 105 tersebut dapat menunjukkan bagaimana penilaian masing-masing responden pada sampel-sampel produk yang disediakan.. Sebagai contoh adalah pada responden 1 seperti pada Tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Nilai Utilities Responden 1**

Atribut	Level Atribut	Utility Estimate
Tampilan layar	Keterangan penuh	-0.667
Keterangan Tombol	Gambar dan tulisan	-3
Bentuk casing	<i>Slim curve</i>	-1
Ukuran remote	Kecil	-1

Dengan melihat contoh untuk responden 1 pada tabel 7 diatas dapat diketahui nilai utility dari level sesuai atributnya masing-masing. Nilai yang bernilai negatif terbesar adalah nilai yang terpilih sebagai level yang berpengaruh bagi responden 1. Setelah dilakukan pengolahan dan rekapitulasi data untuk seluruh responden maka level yang terpilih adalah :

- Tampilan keterangan layar penuh,
- Keterangan tombol dengan gambar dan tulisan,
- Bentuk casing *slim curve* dan
- Ukuran *remote control* AC yang kecil.

#### Importance Value

Nilai ini dapat menunjukkan atribut apa yang paling berpengaruh menurut padangan dari responden mengenai atribut-atribut yang terdapat pada desain display dan kontrol *remote control* AC. Nilai *importance* yang terbesar merupakan atribut yang paling berpengaruh menurut responden. Hasil SPSS 16 yang didapatkan adalah seperti pada Tabel 8.

**Tabel 8. Hasil Importance Values Overall (Semua Responden)**

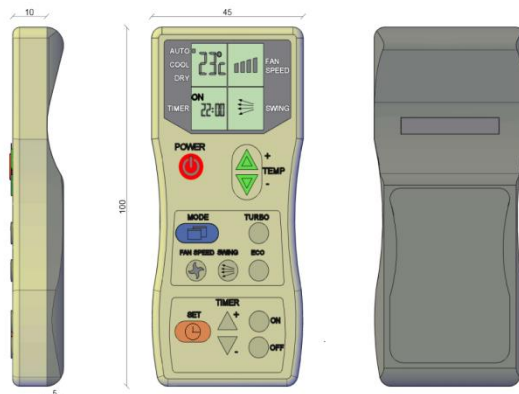
Atribut	Importance Values
Tampilan layar	27.387
Keterangan Tombol	31.218
Bentuk casing	28.861
Ukuran remote	12.534

Hasil yang didapatkan diketahui bahwa *importance values* tertinggi adalah padaatribut keterangan tombol *remote control* AC dengan jumlah 31,218 %. Tingkat kepentingan selanjutnya adalah bentuk casing sebesar 28,861 %. Urutan ketiga terdapat pada tampilan keterangan layar dengan jumlah 27,387%. Atribut yang terakhir adalah pada bentuk ukuran sebanyak 12.534 %.

#### Konsep Desain Terpilih

Konsep desain didapatkan berdasarkan hasil pengolahan pada analisis *conjoint* yang telah dilakukan. Konsep desain didapatkan dari hasil nilai *utility estimate* dan nilai *importance value*. Berdasarkan nilai *utility estimate*, level yang terpilih adalah pada hasil yang memiliki nilai negatif terbesar. Level yang terpilih adalah pada tampilan keterangan layar penuh, keterangan tombol dengan gambar dan tulisan, bentuk casing *slim curve* dan ukuran *remote control* AC yang kecil. Level-level atribut yang terpilih akan menjadi dasar dalam melakukan pembuatan konsep *remote control* AC yang diinginkan oleh konsumen.

Dimensi ukuran casing remote adalah memiliki panjang 100 mm, lebar 45 mm dan tebal 15 mm. Berdasarkan dimensi-dimensi ukuran pada *remote control* AC yang telah dijabarkan maka konsep desain perbaikan *remote control* AC adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Konsep Desain Remote control AC (satuan dalam mm)

### Validasi Hasil Seleksi Konsep

Langkah selanjutnya setelah melakukan validasi terhadap atribut yang terpilih dengan analisis korelasi *Pearson* dan *Kendall*. Menurut Wulandari (2011) analisis ini digunakan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara variabel estimasi atribut terhadap hasil ranking yang didapatkan dari konsumen atau responden.  $H_0$  dinyatakan sebagai “tidak ada hubungan (korelasi) yang kuat antara variable estimasi dengan evaluasi konsumen rata-rata yang nyata.” Dan  $H_1$  menyatakan ada hubungan (korelasi) yang kuat antara variable estimasi dengan evaluasi konsumen rata-rata yang nyata. Daerah kritis untuk diterimanya  $H_0$  adalah jika nilai signifikansi  $> 0,05$ . Hasil analisis korelasi *Pearson* dan *Kendall* diberikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Validasi *Pearson* dan *Kendall Overall*

Korelasi	Value	Sig.
Pearson's R	0.982	0.000
Kendall's tau	0.722	0.003

Nilai *value* dan signifikansi pada korelasi yang terlampir pada lampiran, menunjukkan nilai korelasi *Pearson* dan *Kendal* bernilai 0,987 dan 0,722. Sehingga dapat disimpulkan dari hasil tersebut, bahwa terdapat hubungan yang kuat diantara atribut-atribut dengan evaluasi / persepsi dari konsumen. Sedangkan untuk nilai signifikansinya bernilai kurang dari 0,05 sehingga hasil tersebut dapat menunjukkan bahwa semua korelasi adalah signifikan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan seperti dijelaskan berikut ini.

1. Berdasarkan kekurangan display produk remote AC yang disampaikan oleh pengguna dan variasi desain *remote control AC* yang telah ada, didapatkan 4 atribut yang penting yaitu tampilan keterangan layar, keterangan tombol, bentuk *casing* dan ukuran remote. Terbentuk pula level atribut pada tiap-tiap atribut secara keseluruhan berjumlah 11 level atribut. Kombinasi yang dilakukan menggunakan *syntax editor* pada SPSS 16 menghasilkan 9 alternatif desain sampel produk *remote control AC*.
2. Tahap seleksi konsep yang dilakukan dengan menggunakan analisis *conjoint* mendapatkan hasil nilai kepentingan dari tiap-tiap atribut, dimana atribut yang berpengaruh terbesar pada perancangan desain penggunaan *remote control AC* adalah pada atribut keterangan tombol sebesar 31,218
3. Konsep desain yang terpilih adalah berdasarkan nilai *utility estimate* yaitu konsep desain dengan tampilan keterangan layar penuh, keterangan tombol dengan gambar dan tulisan (simbol dan label), bentuk *casing slim curve* dan ukuran *remote control AC* yang kecil yaitu memiliki ukuran dimensi panjang 100 mm, lebar 45mm dan tebal 15 mm.

### DAFTAR PUSTAKA

Aktar D., Ezgi., Sermet A. A., Koksai, Gulser. (2009). Determination of Optimal Product Styles by Ordinal Logistic Regression Versus Conjoint Analysis for Kitchen Faucets. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol. 39. Hal 866-875.

- Ares, Gaston., Deliza.Rosires.(2010). Studying The Influence Of Package Shape And Colour On Consumer Expectations Of Milk Desserts Using Word Association And Conjoint Analysis. *Journal of Food Quality and Preference*. Vol. 21. Hal 930-937.
- Eriyanto. (2007). *Teknik Sampling Analisis Opini Publik*.Jogja:PT. LkiS Pelangi Aksara.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia.,(2009). *Profil Kesehatan Inonesia 2008*, Jakarta
- Hair, J.F., William C.B., Barry J.B., Rolph E.A., and Ronald L.T Jr. (2010). *Multivariate Data Analysis Seventh Edition*. New Jersey:Pearson Prentice Hall.
- Hartono., (2008). *SPSS 16.0 Analisa Data Statistika dan Penelitian.*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Hsu, S.H., Chuang, M.C., Chang, C.C..(2000). A Semantic Differential Study Of Designers' and Users' Product Form Perception.*International Journal of Industrial Ergonomics*.Vol. 25.Hal 375-391.
- Kim, G., Kim, A., Sohn. S.Y., (2009). Conjoint Analysis for Luxury Brand Outlet Malls in Korea with Consideration of Customer Lifetime Value. *Journal of Expert Systems with Application*. Vol 36, Hal 922-932.
- Kroemer, K.H.E, Kroemer, H.J., Kroemer, K.E., (2001).*Ergonomics, How To Design For Ease And Efficiency (Second Editon)*, Prentice Hall International Series in Industrial & Systems Engineering, New York
- Pulat, B.M., (1996). *Fundamental of Industrial Ergonomics*, United State of America: Waveland Press, Inc.
- Sanders, S., McCormic, E.J Jr.(1987).*Human Factor in Engineering and Design, 6<sup>th</sup> Edition.*, McGraw-Hill, Toronto.
- Simamora, B., (2005). *Analisis Multivariat Pemasaran*.Jakarta: PT Grammedia Pustaka Utama, Jakarta
- Ulrich, Karl T., dan Steven D, Eppinder.,(2001).*Perancangan dan Pengembangan Produk.*,Salemba Teknika, Jakarta.
- Wulandari, S.P.(2009).Pengembangan Prefensi dalam Pemilihan Konsep Produk Kosmetik Bedak Berbasis Analisis Konjoin. *Jurnal Forum Statistika dan Komputasi* .Vol. 14.Hal 1-10.

## ANALISIS POTENSI KECELAKAAN KERJA PADA PROSES RAKET DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ASSESSMENT (HIRA)

**Dian Palupi R<sup>1</sup>, Suci Dewi<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang  
Telp. (0341) 464318  
E-mail: restuputri@umm.ac.id

### ABSTRAKS

PT. X salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan alat-alat olahraga, salah satunya adalah raket. Pada tahun 2013, terjadi beberapa kecelakaan kerja yang dialami oleh karyawan pada proses produksi pembuatan raket. Pada penelitian ini, diawali dengan identifikasi pada titik – titik apa saja yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja sehingga dapat dilakukan pencegahan untuk periode selanjutnya. Proses identifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode Risk Assessment. Berdasarkan proses identifikasi bahaya pada proses produksi pembuatan raket, ditemukan 6 proses sumber bahaya, yaitu mesin mengenai tangan, serpihan kayu mengenai tangan, kayu jatuh mengenai kaki, tangan terjepit kayu, tangan terkena palu, tangan terbentur mesin, dan tangan terkena palu.

**Kata Kunci:** Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Kecelakaan Kerja, Risk Assessment, Raket

### PENDAHULUAN

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan salah satu yang penting dalam menunjang proses produksi, namun hal ini masih sangat kurang diperhatikan oleh para pemilik usaha di Indonesia. Bila K3 dilakukan dengan baik dan benar, maka akan mengurangi resiko kecelakaan pada pekerja sehingga tidak menghambat proses produksi. K3 juga menjamin kenyamanan para pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sehingga dapat meningkatkan motivasi karyawan saat bekerja.

PT. X merupakan salah satu produsen alat-alat olahraga yang pangsa pasarnya sangat menguntungkan, namun dalam proses produksinya kurang memperhatikan sisi Kesehatandan Keselamatan Kerja para operatornya. Lingkungan kerja yang masih belum tertata, kelengkapan APD yang seadanya, dan tidak adanya aturan yang jelas terhadap Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Dalam kesehariannya pun, masih ada beberapa pekerja yang kurang memahami perlunya penerapan K3 dalam proses produksinya. Sehingga terjadi kecelakaan saat proses produksinya. Pada tabel 1 berikut merupakan data kecelakaan yang dialami oleh para karyawan di tahun 2013.

**Tabel 1. Jenis Kecelakaan Kerja**

No	Jenis Kecelakaan	Jumlah
1	Tangan terkena mesin	3 orang
2	Kayu jatuh mengenai kaki	3 orang
3	Tangan terjepit kayu	2 orang
4	Serpihan kayu mengenai operator	4 orang
5	Tangan operator terbentur mesin	2 orang
6	Tangan terkena palu	2 orang

Berdasarkan dari kecelakaan dari tabel 1 di atas, dapat diketahui bahwa kondisi lingkungan kerja pada PT. X berpotensi untuk terjadi kecelakaan. Dari 60 orang pekerjadiketahuiterdapat 16 orang yang pernah mengalami kecelakaankerjadan menderitacedera. Maka dari itu diperlukan sebuah metode untuk

menganalisis terjadinya kecelakaan. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA).

HIRA merupakan suatu proses untuk mengidentifikasi bahaya, mengukur, mengevaluasi risiko yang muncul dari sebuah bahaya, lalu menghitung kecukupan dari tindakan pengendalian yang ada dan memutuskan apakah risiko yang ada dapat diterima atau tidak (Helmidang, 2012). Menurut Saravakumar (2014) langkah pertama untuk persiapan kemungkinan terjadinya kecelakaan dan membuat tempat kerja menjadi tempat yang aman adalah dengan cara menganalisa potensi bahaya. Implementasi HIRA digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai potensi bahaya dengan cara menghitung nilai konsekuensi potensi bahaya dan nilai kemungkinan serta level resiko. Berdasarkan tingkat keseringan terjadinya potensi bahaya kemudian dapat dieleminasi atau dikontrol dengan *control measures* (Raj dan Shivasankaran, 2014) Pengendalian terhadap bahaya kecelakaan kerja ini sangat penting untuk dilakukan demi Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah upata perlindungan yang ditujukan agar tenaga kerja dan orang lain di tempat kerja atau perusahaan agar selalu dalam keadaan selamat dan sehat, serta agar setiap produksi digunakan secara aman dan efisien.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang menggambarkan sejumlah data yang kemudian dianalisis dan dibandingkan berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung selanjutnya mencoba untuk memberikan pemecahan masalah yang ada supaya memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Penelitian ini memusatkan perhatian pada sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja dengan menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA). Proses identifikasi menggunakan HIRA ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Bahaya
2. *Risk Assessment* (Analisa resiko)
3. *Determine Controls* (Menetapkan tindakan pengendalian)
4. *Documentation Socialization and Implementing Controls* (Pendokumentasian, sosialisasi dan pelaksanaan tindakan pengendalian).

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Survei Pendahuluan  
Langkah awal yang perlu dilakukan adalah melakukan survei untuk mendapatkan gambaran dari kondisi sebenarnya obyek yang akan diteliti, yaitu pada proses produksi pembuatan raket pada PT. X. Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini adalah mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di perusahaan, mengetahui gambaran mengenai kebijakan perusahaan serta melakukan wawancara dengan pihak perusahaan mengenai masalah yang terjadi di perusahaan khususnya permasalahan mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja di perusahaan.
2. Studi Literatur  
Studi Literatur digunakan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti. Sumber literatur diperoleh dari buku cetak, jurnal ilmiah, maupun sumber tulisan lainnya.
3. Identifikasi Masalah  
Identifikasi Masalah dilakukan dengan tujuan untuk mencari titik-titik bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja pada proses produksi pembuatan raket di PT. X.
4. Perumusan Masalah  
Setelah mengidentifikasi permasalahan dilanjutkan dengan merumuskan masalah mengenai bahaya apa saja yang terdapat pada kondisi sebenarnya di lapangan.
5. Penentuan Tujuan Penelitian  
Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Tujuan penelitian diperlukan untuk dapat merencanakan langkah yang dapat diambil pada penelitian sehingga penelitian dapat lebih terfokus dan dapat dijalankan dengan lancar.
6. Pengumpulan dan Pengolahan Data  
Langkah-langkah yang dilakukan pada tahapan pengumpulan dan pengolahan data adalah:
  - a. Mengidentifikasi adanya *hazard* pada area produksi raket dari proses awal sampai dengan proses akhir dengan melihat segala penyimpangan yang terjadi
  - b. Melakukan *risk assessment* terhadap *hazard* yang teridentifikasi untuk melihat *hazard* apa saja yang memiliki risiko terbesar

- c. Melakukan perangkaan terhadap *hazard* dari hasil *risk assessment* dan menentukan permasalahan mana yang nantinya segera diperbaiki
7. Analisis dan Pembahasan  
Tahap analisis yang dilakukan adalah dengan mendefinisikan sumber-sumber dan akar penyebab masalah dari setiap kecelakaan kerja yang terjadi maupun gangguan proses. Langkah-langkahnya adalah:
  - a. Melakukan analisis terhadap akar penyebab kecelakaan dan gangguan proses yang terjadi.
  - b. Melakukan analisis penilaian risiko dan kontrol menggunakan OHS *Risk Assessment and Control* sehingga diperoleh rekomendasi perbaikan yang sesuai dan dapat diterapkan di objek penelitian.
8. Rekomendasi Perbaikan  
Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai perancangan perbaikan yang dapat diterapkan pada titik-titik yang dapat menimbulkan bahaya kerja di area produksi raket di PT. X untuk meminimalisasi terjadinya kecelakaan kerja
9. Kesimpulan  
Pada tahap ini akan ditarik beberapa kesimpulan sebagai jawaban dari permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Berdasarkan hasil pengambilan kesimpulan maka dapat diberikan beberapa saran ataupun usulan-usulan perbaikan dalam upaya meningkatkan kinerja dan produktifitas perusahaan dan untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

## 1. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data merupakan proses mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian baik data sekunder yang dimiliki PT. X maupun data primer berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak manajemen dan karyawan bagian produksi.

1. Data Primer diperoleh melalui observasi dan wawancara kepada semua karyawan yang berjumlah 40 orang dan beberapa pihak manajemen di area produksi *springbed* PT. X. Adapun data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:
  - a. Data temuan potensi bahaya (*hazard*) di area produksi raket
  - b. Data kecelakaan tahun 2013
2. Data Sekunder  
Data sekunder didapatkan dari arsip-arsip dan dokumen yang berhubungan dengan proses produksi pada perusahaan yang berupa data historis perusahaan selama beberapa periode tertentu. Data kasus kecelakaan telah dijelaskan sebelumnya pada pendahuluan pada Tabel 1.

## PENGUMPULAN DATA

Sebelum mengidentifikasi potensi bahaya apa saja yang terdapat pada proses produksi pembuatan raket maka perlu diketahui proses pembuatannya. Adapun alur proses pembuatan raket adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan *handle* : kayu panjang  
Pada proses awalnya kayu yang diinput berupa kayu yang berukuran besar kemudian di potong kecil sesuai dengan kebutuhan, dan kemudian di potong lebih kecil lagi yang sesuai dengan ukuran *handle* raket namun masih berbentuk persegi.  
*Safety* yang di gunakan: Sarung tangan, masker, serbuk, bising
2. Penghalusan sisi *handle*  
Pada proses ini alat yang digunakan berupa alat pingul yang berfungsi untuk menghaluskan sisi *handle* dan membetuk segi 8.
3. Proses pengeboran  
Kayu yang sudah diratakan menjadi segi 8, kemudian di bor untuk dilubangi sebagai tempat tangkai raket.
4. Proses mal / menggambar titik mata ayam  
Pada proses ini dilakukan penggambaran pola sebagai titik mata ayam pada pipa karbon.
5. Proses *roll*  
Pada proses ini dilakukan penekukan pipa karbon sebagai kepala raket hingga membentuk lingkaran tak sempurna
6. Proses pengeboran pipa karbon  
Pada proses ini dilakukan pengeboran pada titik-titik yang telah dibuat menggunakan mal sebagai tempat mata ayam.

7. Proses perataan hasil pengeboran pipa karbon
8. Proses penyematan pipa karbon  
Pada proses ini dilakukan pemukulan pipa karbon dengan palu sebagai proses awal untuk penggabungan ujung pipa dengan T.
9. Pemasangan *frame* raket  
Pada proses ini pipa karbon dipasang dengan T menggunakan lem.
10. Proses pelapisan T dengan plastik  
Pada proses ini T yang sudah dipasang dilapisi plastik untuk melindungi dari gesekan saat disimpan untuk menunggu proses selanjutnya.
11. Proses pemasangan tangkai raket / *steel* raket  
Pada proses ini tangkai raket dipasangkan pada T.
12. Proses pengeboran T  
Pada proses ini pengeboran dilakukan untuk menyempurnakan mata ayam agar senar dapat dimasukkan lewat T.
13. Proses pengetrekan  
Pada proses ini kepala raket / *frame* raket dipukul dengan palu untuk mendapatkan bentuk oval sempurna.
14. Proses pemasangan corong
15. Proses pemasangan *handle* dengan tangkai raket  
Pada proses ini *handle* kayu dipasang dengan tangkai raket menggunakan lem
16. Proses penyetelan agar raket seimbang
17. Pemasangan mata ayam pada kepala raket / *frame* raket
18. Pemasangan senar pada raket
19. Pemasangan *crop* pada *handle* bawah raket dan spon pada *handle*
20. Merapikan *handle* yang sudah dipasang dengan isolasi
21. Inspeksi cat yang luka
22. Penyablonan *handle*, tangkai / *steel*, dan senar raket
23. Inspeksi keseimbangan raket.
24. Pembungkusan raket tiap unit
25. Pembungkusan raket dalam 1 kotak berisi 12-14 lusin unit.
26. Finishing

Setelah mengetahui proses produksi pembuatan raket, maka dilakukan identifikasi *Hazard and Risk* sesuai pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. Identifikasi *Hazard and Risk***

<i>Event</i>	<i>Hazard</i>	<i>Risk</i>
Pembuatan <i>handle</i> raket	Mesin potong	Mesin potong mengenai tangan
Penghalusan sisi <i>handle</i>	Mesin pingul	Mesin penghalus mengenai tangan
Proses pengeboran	Mesin bor	Mesin bor mengenai tangan
Proses pengeboran	Kayu	Serpihan kayu mengenai operator
Proses <i>roll</i>	Pipa karbon	Operator terbentur karena pipa yang licin
Proses pengeboran pipa	Mesin bor	Mata bor mengenai tangan

Sebelum menentukan ranking maka perlu adanya kriteria-kriteria tingkat keparahan atau perangkingan resiko dengan mempertimbangkan kriteria risiko yang ada di PT. X yaitu sebagai berikut:

1. *Likelihood* (L) adalah kemungkinan terjadinya kecelakaan
2. *Severity atau consequences* (C) adalah tingkat keparahan cedera dan kehilangan hari kerja

Setelah menentukan nilai *likelihood* dan *consequences* dari masing-masing sumber bahaya, maka selanjutnya adalah mengalikan nilai *likelihood* dan *consequences* sehingga akan diperoleh tingkat bahaya/risk level pada risk matrix yang nanti akan digunakan untuk melakukan perangkingan terhadap

sumber bahaya yang akan dijadikan acuan untuk melakukan rekomendasi perbaikan apa yang baik sesuai dengan permasalahan yang ada.

Penilaian risiko dilakukan menggunakan Matriks Risiko seperti pada Gambar 1. Masing-masing risiko diidentifikasi dan diklasifikasikan kedalam matriks sesuai dengan nilai *likelihood* dan *consequences* yang ada pada tabel 4 di atas. Matriks yang digunakan adalah matriks dengan 4 kategori risiko, yaitu risiko ekstrem, tinggi, sedang dan rendah.

**Tabel 4. Rating Consequence and Rating Likelihood**

No	Hazard	Risk	Consequence
1	Mesin potong	Mesin potong mengenai tangan	4
2	Mesin pingul	Mesin penghalus mengenai tangan	4
3	Mesin bor	Mesin bor mengenai tangan	4
4	Kayu	Serpihan kayu mengenai operator	2
5	Pipa karbon	Operator terbentur karena pipa yang licin	2
6	Mesin bor	Mata bor mengenai tangan	4
7	Pisau	Pisaumengenaitemangan	3
8	Palu	Palumengenaitemangan	3
9	Mesin bor	Mesin bor mengenai tangan	4

Perhitungan rating *consequences* and *likelihood* sesuai pada tabel yang di bawah ini.



Sumber: UNSW Health and Safety, 2008

**Gambar 1. Risk Matrix**

**Tabel 5. Rating Ranking Matrix**



SKALA	CONSEQUENCES (KEPARAHAN)				
	1	2	3	4	5
LIKELIHOOD (KEMUNGKINAN)	5		Serpihan kayu mengenai operator		
	4				
	3		Operator terbentur karena pipa yang licin	Pisau mengenai tangan, Palu mengenai tangan	Mesin potong mengenai tangan, Mesin bor mengenai tangan, Mata bor mengenai tangan
	2				Mesin penghalus mengenai tangan, Mesin bor T mengenai tangan
	1				

Dari tabel matriks di atas, kemudian dapat dihitung skor risiko dan prioritas untuk melakukan tindakan perbaikan. Berikut ini merupakan perhitungan skor risiko:

$$\text{SkorRisiko} = \text{Consequence} \times \text{Likelihood}$$

Contoh perhitungan untuk risiko pertama yaitu mesin potong mengenai tangan dengan hazard adalah mesin potong. Diketahui besar *consequence* adalah 4 dan *likelihood* 3, maka skor risiko adalah:

$$\begin{aligned} \text{Skor risiko} &= 4 \times 3 \\ &= 12 \end{aligned}$$

Cara perhitungan yang sama dilakukan terhadap masing- masing risiko. Hasil dari perhitungan skor risiko dan prioritas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 6. Perhitungan Skor Risiko**

No	Hazard	Risk	Consequence	Likelihood	Skor Risiko
1	Mesin potong	Mesin potong mengenai tangan	4	3	12
2	Mesin pingul	Mesin penghalus mengenai tangan	4	2	8
3	Mesin bor	Mesin bor mengenai tangan	4	3	12
4	Kayu	Serpihan kayu mengenai operator	2	5	10
5	Pipa karbon	Operator terbentur karena pipa yang licin	2	3	5
6	Mesin bor	Mata bor mengenai tangan	4	3	12

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa presentase masing-masing risiko dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Presentasi Risiko

Dari diagram di atas dapat diketahui bahwas risiko yang paling besar adalah mata bor mengenai tangan, mesin bor mengenai tangan, dan mesin potong mengenai tangan. Berikut ini merupakan tiga risiko terbesar berdasarkan diagram pada Gambar 2 yang dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Presentasi Risiko 3 Terbesar

Setelah mengetahui presentase dari masing-masing risiko, maka melakukan analisis prioritas dari masing-masing risiko sesuai klasifikasi prioritas pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Indeks Prioritas Tindakan Perbaikan

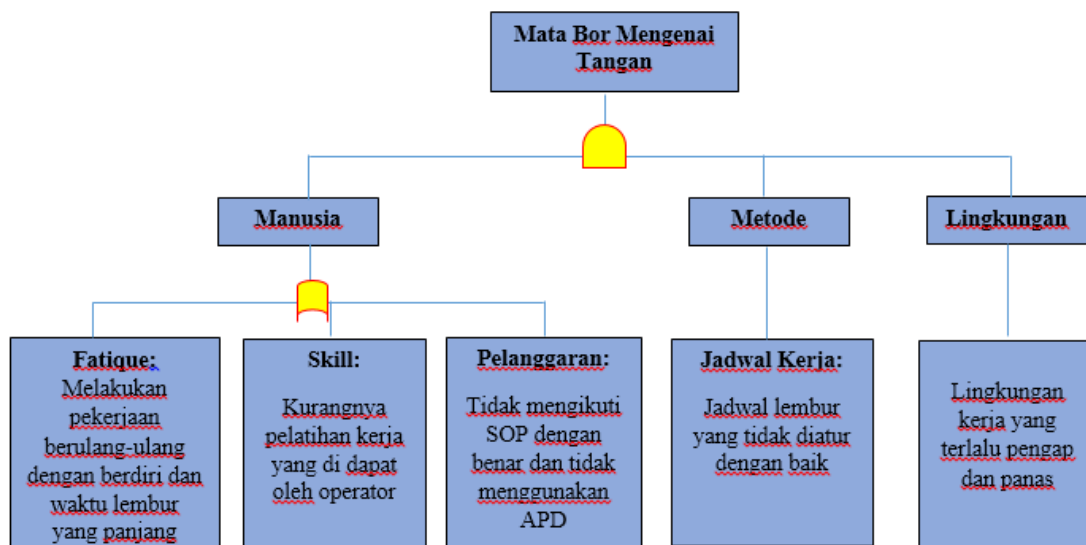
Tingkat Risiko	Tindakan
1 - 5	Tidak perlu tindakan segera, tetap diinspeksi
6 - 10	Lakukan perbaikan dalam 1 tahun ke depan
11 - 15	Lakukan tindakan dalam 3 bulan ke depan
16 - 20	Lakukan tindakan perbaikan dalam 1 bulan ke depan
21 - 25	Secara segera lakukan tindakan/kemungkinan larangan penggunaan

Dari skor risiko yang telah dihitung pada tabel 6, dilakukan pengklasifikasian prioritas perbaikan berdasarkan indeks prioritas. Misalnya, pada risiko pertama, yaitu mesin potong mengenai tangan dengan skor risiko 12, maka harus dilakukan perbaikan dalam 3 bulan kedepan. Hasil dari prioritas tindakan perbaikan pada masing-masing risiko di atas dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7. Prioritas Tindakan Perbaikan**

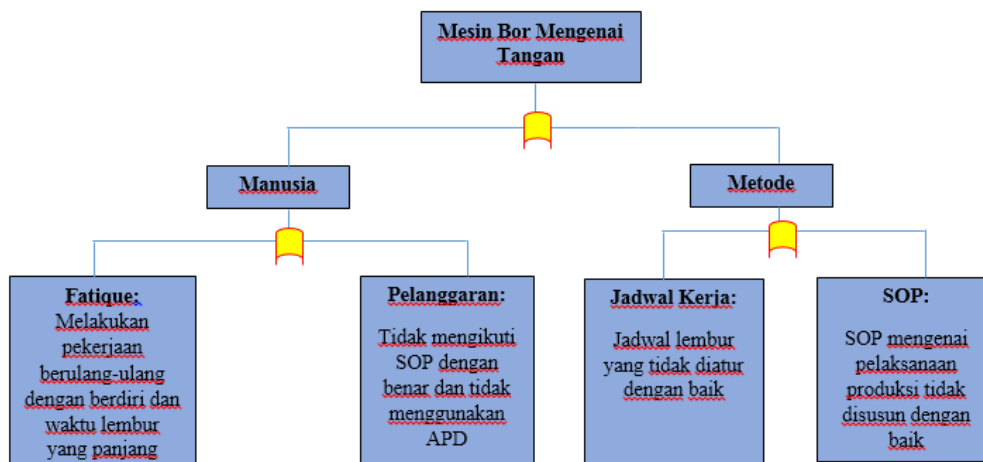
No	Hazard	Risk	Skor Risiko	Prioritas Tindakan Perbaikan
1	Mesin potong	Mesin potong mengenai tangan	12	Lakukantindakandalam 3 bulankedepan
2	Mesin pingul	Mesin penghalus mengenai tangan	8	Lakukan perbaikan dalam 1 tahun ke depan
3	Mesin bor	Mesin bor mengenai tangan	12	Lakukantindakandalam 3 bulankedepan
4	Kayu	Serpihan kayu mengenai operator	10	Lakukan perbaikan dalam 1 tahun ke depan
5	Pipa karbon	Operator terbentur karena pipa yang licin	5	Tidakperlutindakansegera , tetapdiinspeksi
6	Mesin bor	Mata bor mengenai tangan	12	Lakukantindakandalam 3 bulankedepan
7	Pisau	Pisau mengena itangan	9	Lakukan perbaikan dalam 1 tahun ke depan
8	Palu	Palu mengenai tangan	9	Lakukan perbaikan dalam 1 tahun ke depan
9	Mesin bor T	Mesin bor T mengena itangan	8	Lakukan perbaikan dalam 1 tahun ke depan

Setelah mengetahui mana risiko yang paling diprioritaskan, maka tahap selanjutnya adalah dilakukan tindakan evaluasi risiko. Risiko yang akan di evaluasi adalah mata bor mengenai tangan, mesin bor mengenai tangan, dan mesin potong mengenai tangan.



**Gambar 4. Evaluasi Risiko Mata Bor Mengenai Tangan**

Berdasarkan evaluasi risiko di atas, mata bor mengenai tangan disebabkan oleh faktor manusia, metode, dan lingkungan. Faktor manusia menyangkut *fatigue*, skill, dan pelanggaran, sedangkan metode disebabkan oleh jadwal kerja.



Gambar 5. Evaluasi Risiko Mesin Bor Mengenai Tangan

Berdasarkan evaluasi risiko di atas, mesin bor mengenai tangan disebabkan oleh faktor manusia dan metode. Faktor manusia menyangkut *fatigue* dan pelanggaran, sedangkan faktor metode disebabkan oleh jadwal kerja dan SOP.



Gambar 6. Evaluasi Risiko Mata Potong Mengenai Tangan

Berdasarkan evaluasi risiko di atas, mesin potong mengenai tangan disebabkan oleh faktor manusia dan metode. Faktor manusia menyangkut *fatigue* dan pelanggaran, sedangkan faktor metode disebabkan oleh jadwal kerja dan SOP.

Setelah mengidentifikasi masing-masing dari risiko di atas, maka dapat dilakukan penanganan risiko dari masing-masing klasifikasi bahaya berdasarkan tingkat risikonya, yaitu :

- a. Bahaya Risiko Ekstrem  
Risiko yang termasuk dalam bahaya risiko ekstrem adalah mesin potong mengenai tangan, mesin bor mengenai tangan, dan mata bor mengenai tangan. Risiko ini dapat ditangani dengan pembuatan SOP (*Standard Operating Procedure*) untuk cara pengoperasian mesin yang benar. Kemudian melakukan pengawasan yang ketat terhadap operator yang tidak melakukan pekerjaannya sesuai dengan SOP yang telah dibuat.
- b. Bahaya Risiko Tinggi  
Risiko yang termasuk dalam bahaya risiko tinggi adalah serpihan kayu mengenai operator, pisau mengenai tangan, palu mengenai tangan, mesin penghalus mengenai tangan, dan mesin bor T mengenai tangan. Risiko ini dapat ditangani dengan sosialisasi pentingnya pemakaian Alat

Pelindung Diri (APD) dengan benar dan pemberian sanksi bagi yang tidak mengikuti prosedur. Selain itu dibutuhkan pengawasan terhadap para pekerja yang bekerja pada mesin ini. Pengaturan jadwal kerja yang baik sehingga karyawan tidak merasa kelelahan juga berperan dalam pengambilan risiko ini.

c. Bahaya Risiko Sedang

Risiko yang termasuk pada risiko sedang adalah operator terbentur pipa yang licin. Risiko ini dapat ditangani dengan pengaturan SOP yang baik dan tindakan tegas bagi operator yang melakukan pelanggaran (pengawasan yang ketat). Selain itu, jadwal kerja yang baik sehingga operator tidak gampang merasa lelah

Secara garis besar, rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan *Standar Operating Procedure* (SOP)

Mengenai Penggunaan Alat Pelindung Diri dan disiplin sika dalam bekerja.

b. Pembuatan *Standar Operating Procedure* (SOP)

Mengenai pengawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada perusahaan.

c. Pembuatan Poster K3

Mengenai penggunaan Alat Pelindung Diri di area kerja untuk para pekerja agar mengerti APD mana yang harus digunakan sebelum melakukan aktivitas kerja.

d. Pembuatan Contoh Jadwal Pelatihan

Mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) tentang penggunaan Alat Pelindung Diri dalam kurun waktu satu tahun kedepan.

e. Pembuatan Lembar Kontrol

Mengenai pelanggaran penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk para pekerja yang melakukan pelanggaran dan pengecekan apakah SOP sudah dilakukan sesuai prosedur atau tidak.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Titik – titik bahaya kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada proses pembuatan raket adalah mesin mengenai tangan, serpihan kayu mengenai tangan, kayu jatuh mengenai kaki, tangan terjepit kayu, tangan terkena palu, tangan terbentur mesin, dan tangan terkena palu.
2. Risiko tiga bahaya yang terbesar ditimbulkan oleh mata bor mengenai tangan dengan prosentase sebesar 33% , mesin bor mengenai tangan sebesar 33%, dan mesin potong mengenai tangan sebesar 34%.
3. Rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut:
  4. Pembuatan SOP mengenai standard prosedur operasi yang benar, pemakaian APD dan standard pengawasan K3
  5. Pembuatan poster K3
  6. Pelatihan mengenai pentingnya K3
  7. Pembuatan lembar control K3

## PUSTAKA

- Helmidadang. (2012). HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment). <http://helmidadang.wordpress.com/2012/12/30/hira-hazard-identification-and-risk-assessment-and-sample-of-hira/>. (diakses pada 3 Juni 2013)
- Hutaganol, Felix. (2012). Penyebab Kecelakaan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja. Ilmu Kesehatan Masyarakat. <http://tuloe.wordpress.com/2010/02/20/penyebab-kecelakaan-kerja>. (diakses pada 3 Juni 2014)
- Raj, S.G dan Shivasankaran, N. (2014). *Hazard Identification and Risk Assessment in De-inking Plant*. International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering. Vol 2 Issue 3. Pgs 202-208
- Risk Management Program. Canberra: University of New South Wales. <http://www.ohs.unsw.edu.au/ohsriskmanagement> (diakses pada 3 Juni 2014)
- Saravakumar, M dan Kumar, P.S (2014). Hazard Identification and Risk Assessment in Foundry. Journal of Mechanical and Civil Engineering. [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org). Pp 33-37

## ANALISIS REPAIR POLICY DAN PREVENTIVE MAINTENANCE POLICY UNTUK MENGETAHUI BIAYA YANG OPTIMAL PADA MESIN MV-40 LINE CYLINDER HEAD PT. KUBOTA INDONESIA

Rani Rumita<sup>1</sup>, Susatyo Nugoro W.P<sup>2</sup>, Sri Radina Putri Nur H<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: [ranirumita@gmail.com](mailto:ranirumita@gmail.com)

### ABSTRAKS

PT. Kubota Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi mesin diesel horizontal dengan kapasitas mesin 6.5 – 11 HP. Berdasarkan laporan tahunan bagian produksi, diperoleh data bahwa salah satu mesin, yaitu mesin MV-40 yang terletak pada line cylinder head sering sekali mengalami *breakdown* sehingga mengganggu proses produksi dan menurunkan produktivitas perusahaan. Dengan menggunakan data *breakdown*, dan data kerusakan untuk setiap kali terjadi *breakdown*, analisis dilakukan untuk mengetahui *maintenance policy* yang harus dilakukan dan jadwal *maintenance* yang mengoptimalkan biaya-biaya yang terkait dengan aktivitas *maintenance*. Diagram Pareto dan Diagram Tulang Ikan dipergunakan untuk menganalisis penyebab terjadinya kerusakan mesin MV-40. Dari analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa frekuensi *breakdown* Mesin MV-40 mengikuti *breakdown case 2*, sehingga kebijakan *maintenance* yang terbaik adalah *repair*. Kebijakan *repair* mempunyai rata-rata *runtime* mesin/periode dan biaya perbaikan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kebijakan *preventive maintenance*, yaitu 6,78571 bulan dan Rp. 1.132.320,00 per periode.

**Kata Kunci:** *maintenance policy*, *repair policy*, *preventive maintenance policy*, *fishbone diagram*, *pareto diagram*

### PENDAHULUAN

PT. Kubota Indonesia yang beralamat di Jalan Setiabudi 279, Semarang merupakan perusahaan *joint venture* antara perusahaan Indonesia dan Jepang, yang memproduksi mesin diesel horizontal dengan kapasitas mesin 6.5 – 11 HP (Seri RD/RK/ER/KND). Mesin diesel ini dapat digunakan untuk traktor, mesin las, pembangkit tenaga listrik, pompa air, mesin konstruksi, kompresor penggerak perahu dan penggiling padi. Pada PT. Kubota Indonesia terdapat 7 line yang berfungsi untuk memproduksi komponen-komponen pada mesin diesel horizontal yang nantinya akan dirakit di bagian *assembly*. Line-line tersebut adalah *Line Cylinder Head* (dalam line ini terdapat 10 jenis mesin, yaitu mesin MV-40, mesin *Bushing Press*, mesin *Miltex*, mesin *Milling*, mesin *Leak Test*, mesin *Central Coolant*, mesin *Mactron*, mesin Enshu VMC 40 B, mesin Dura V 5060 dan mesin VMC), *Line Crankcase*, *Line Cylinder Linier*, *Line Fly Wheel*, *Line Gear Case*, *Line AFC* dan *Line MBC*.

Berdasarkan laporan tahunan PT. Kubota Indonesia didapat bahwa mesin MV-40 *line Cylinder Head* merupakan mesin yang sering mengalami *breakdown* pada tahun 2013 yaitu sebanyak 56 kali. Kerusakan tersebut tentu saja mempengaruhi kegiatan produksi perusahaan, menyebabkan turunnya produktivitas perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap data kerusakan (*breakdown*) mesin MV-40 agar dapat dirumuskan *maintenance policy*-nya dengan menggunakan dua alternatif model kebijakan yaitu *repair maintenance policy* dan *preventive maintenance policy*. Data yang dipergunakan adalah data kerusakanselama bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Desember 2013. Selain itu, juga akan dilakukan analisis penyebab kegagalan mesin tersebut serta usulan rekomendasi untuk dapat meminimasi *breakdown* pada periode selanjutnya.

### TINJAUAN PUSTAKA Sistem Perawatan

Menurut Barlow (1981), perawatan (*maintenance*) merupakan kegiatan yang berhubungan dengan mempertahankan suatu mesin/peralatan agar tetap dalam kondisi siap untuk beroperasi, dan jika terjadi kerusakan maka diusahakan mesin/peralatan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi yang baik. Peranan dari adanya pemeliharaan akan terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat beroperasi.

Menurut Jardine (1987) perawatan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Dengan mengacu pada pengertian perawatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa masalah perawatan berkaitan dengan tindakan pencegahan dan perbaikan, yang dapat berupa tindakan berikut :

1. Pemeriksaan (*inspection*), yaitu tindakan pemeriksaan terhadap mesin atau sistem untuk mengetahui kondisi, apakah mesin atau sistem tersebut dalam keadaan yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan atau tidak.
2. Perawatan (*service*), yaitu tindakan untuk menjaga kondisi suatu sistem agar tetap baik. Biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian (*manual instruction*) sistem tersebut.
3. Penggantian komponen (*replacement*), yaitu melakukan penggantian komponen rusak dan tidak dapat dipergunakan dengan baik lagi. Penggantian ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan terlebih dahulu.
4. *Repair* dan *overhaul*, yaitu kegiatan melakukan perbaikan secara cermat serta melakukan suatu set-up sistem. Tindakan *repair* merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan setelah sistem mencapai kondisi gagal beroperasi (*failed shated*), sedangkan *overhaul* dilakukan sebelum *failed stated* terjadi.

Dalam sistem perawatan terdapat dua (2) kegiatan yang berkaitan dengan tindakan perawatan yaitu (Jardine, 1987) :

1. Perawatan yang bersifat preventif  
Perawatan ini dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi rusak. Pada dasarnya yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak diduga dan menentukan keandalan yang dapat menyebabkan fasilitas produk mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses operasi. Dengan demikian semua fasilitas operasi yang mendapat perawatan preventif akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses waktu, hal ini memerlukan suatu rencana dalam jadwal perawatan yang sangat cermat dan rencana yang lebih tepat.
2. Perawatan yang bersifat korektif  
Perawatan ini dimaksudkan untuk memperbaiki perawatan yang rusak. Pada dasarnya aktivitas yang dilakukan adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan ataupun kelainan pada mesin tersebut. Perawatan korektif dapat didefinisikan perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi tidak dilakukan perawatan preventif tapi sampai pada waktu tertentu rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan perawatan sifatnya harus menunggu sampai terjadi kerusakan.

### Tujuan Sistem Perawatan

Secara umum tujuan perusahaan menerapkan kebijakan *maintenance* ini adalah sebagai berikut :

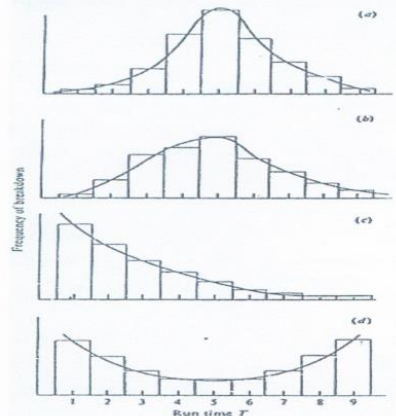
1. Untuk mengurangi frekuensi terjadinya *breakdown*.
2. Untuk mengurangi tingkat keparahan dari *breakdown* yang terjadi.
3. Menjaga kondisi dan kinerja mesin/ alat agar tetap baik dalam beroperasi.
4. Menjaga agar kualitas output yang dihasilkan tetap terjaga.
5. Untuk mengecek dan mengukur keadaan *sparepart* serta menentukan ukuran *setting*-annya (kalibrasi).
6. Menyiapkan personel, fasilitas dan metode agar mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan

### Distribusi Frekuensi Breakdown Time

Bentuk dari frekuensi distribusi *breakdown*  $f(T)$  akan mencerminkan kekompleksan dan kualitas desain dari suatu komponen. Terdapat empat jenis kasus dengan distribusi frekuensi *breakdown* yang berbeda, antara lain :

1. *Case 1*, dalam hal ini komponen termasuk ke dalam jenis yang sederhana. Komponen ini cenderung untuk *breakdown* setelah *runtime*-nya mendekati nilai rata-rata.
2. *Case 2*, dalam hal ini komponen termasuk jenis yang cukup kompleks (banyak terdapat *interacting parts*) sehingga banyak yang akan menjadi penyebab komponen tersebut *breakdown*. Selain itu, waktu *breakdown*-nya juga akan sulit untuk diprediksikan.
3. *Case 3*, dalam hal ini komponen harus diberikan perawatan dan perlakuan yang baik pada saat awal pemakaiannya sehingga *runtime*-nya akan menjadi lebih lama.

4. *Case 4*, dalam hal ini distribusinya akan mengikuti bentuk *dish-shaped*, dimana probabilitas *failure*-nya tinggi saat awal pemakaian (*infant mortality*) dan pada saat dekat dengan akhir umur pemakaian komponen tersebut (*old-age mortality*).



Gambar 1. Frekuensi Distribusi Breakdown

Secara garis besar terdapat beberapa *guidelines* yang dapat dijadikan sebagai bahan acuan, antara lain :

1. Dengan asumsi bahwa biaya *downtime* tidak terlalu besar, maka *preventive maintenance* lebih disukai untuk dilakukan, jika waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan *preventive maintenance* lebih sedikit daripada waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *repair* ( $T_m < T_r$ ).
2. *Preventive maintenance* dapat dipilih untuk dilakukan jika pada saat inspeksi teridentifikasi adanya kemungkinan/ probabilitas *breakdown* yang tinggi.
3. *Preventive maintenance* dapat dilakukan pada saat bukan jam kerja jika menyangkut suatu sistem produksi yang sangat kompleks (misal dalam suatu pabrik besar). Jadi, *preventive maintenance* yang telah direncanakan sebaiknya tidak dilaksanakan pada saat jam kerja.

#### Pemilihan Kebijakan antara *Repair Maintenance* dan *Preventive Maintenance*

Menurut Barlow (1981), dalam memilih antara kebijakan *repair maintenance* dan *preventive maintenance*, dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan metode-metode yang telah ada dengan tujuan untuk mencari biaya total *maintenance* (*total maintenance cost*) yang paling rendah.

#### Metode *Repair Policy* (Kebijakan *Repair*)

Metode *repair policy* (kebijakan *repair*) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TMC(\text{repair policy}) = TC_r = \text{Expected cost of repair}(1)$$

$$TC_r = B \cdot Cr$$

$$B = \frac{N}{T_b} \quad (2)$$

$$T_b = \sum_i^n p_i \cdot T_i$$

Dimana :

$TC_r$  = *Expected cost of repair* (biaya perbaikan yang diperkirakan) per bulan.

$B$  = Jumlah rata-rata *breakdown*/ minggu untuk  $N$  mesin.

$Cr$  = Biaya perbaikan.

$T_b$  = Rata-rata *runtime* permesin sebelum rusak

$N$  = Jumlah mesin

#### Metode *Preventive Maintenance Policy* (Kebijakan *Preventive Maintenance*)

Metode *preventive maintenance policy* (kebijakan *preventive maintenance*) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$TMC(n) = TC_r(n) + TCM(n)$$



Dimana :

$TMC(n)$  = Biaya total perawatan per bulan.

$TCr(n)$  = Biaya *repair* per bulan.

$TCM(n)$  = Biaya *preventive maintenance* per bulan.

$n$  = Jumlah periode (bulan).

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hitung jumlah *breakdown* kumulatif yang diharapkan dari kerusakan  $Bn$  untuk semua mesin selama periode *preventive maintenance* ( $Tp = n$  bulan).

2. Tentukan jumlah rata-rata *breakdown* per bulan sebagai perbandingan  $\frac{Bn}{n}$ .

3. Perkirakan biaya *repair* per bulan dengan menggunakan persamaan :

$$TCr(n) = \left(\frac{Bn}{n}\right) Cr$$

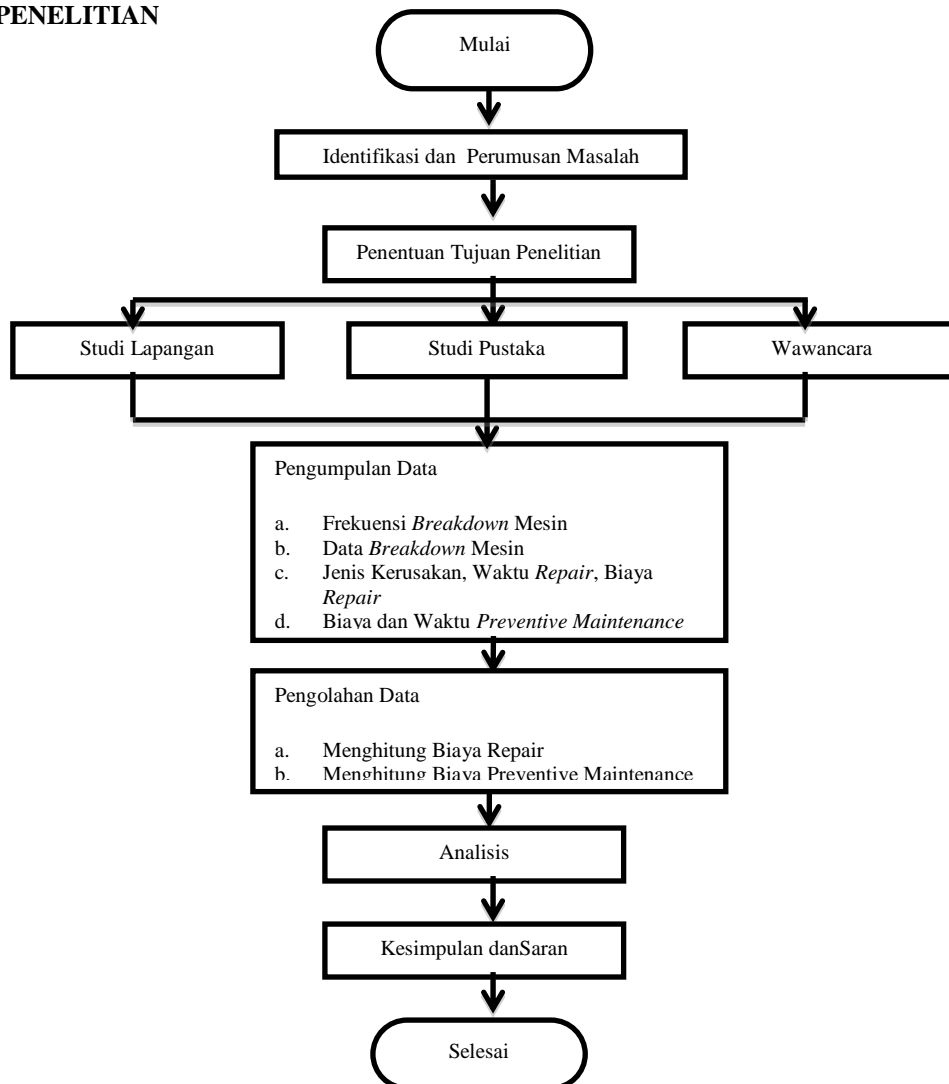
4. Perkirakan biaya *preventive maintenance* per bulan.

$$TCM(n) = \frac{N \cdot Cm}{n}$$

5. Biaya total perawatan.

$$TMC(n) = TCr(n) + TCM(n)$$

## METODE PENELITIAN



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### Identifikasi Masalah

Dengan melakukan penelitian pendahuluan melalui wawancara dan pengamatan secara langsung di lantai produksi PT. Kubota Indonesia maka didapatkan permasalahan mengenai bagaimana membuat suatu kebijakan perawatan mesin, khususnya pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* yang memegang peranan penting dalam produksi sehingga didapatkan suatu kebijakan perawatan yang tepat, efektif dan dapat mengurangi frekuensi *breakdown* mesin sehingga bisa meminimalkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan PT. Kubota Indonesia dalam menjalankan perawatan mesin MV-40.

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai untuk permasalahan yang sedang terjadi pada PT. Kubota Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran mengenai distribusi frekuensi *breakdown* pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Desember 2013.
2. Memberikan gambaran mengenai permasalahan dan penyebab kerusakan mesin pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Desember 2013.
3. Memberikan usulan dalam rangka pemilihan model kebijakan sistem perawatan dari dua alternatif model kebijakan, yaitu *repair maintenance policy* dan *preventive maintenance policy*.

### Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi riil dari perusahaan. Dengan mengamati mesin-mesin dan proses produksi yang sedang berlangsung dapat memberikan gambaran kepada penulis mengenai permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan sehingga dapat membantu mempermudah penulis dalam memahami permasalahan tersebut dan diharapkan dapat memberikan solusi pemecahan masalah yang tepat.

### Studi Pustaka

Dalam melakukan penelitian, digunakan studi pustaka yang dapat menunjang dan memberikan pengetahuan mengenai permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan sehingga permasalahan tersebut dapat dipecahkan dengan sebaik-baiknya.

### Wawancara

Salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis adalah dengan melalui wawancara terhadap *staff maintenance*. Wawancara dengan pihak yang berhubungan langsung dengan permasalahan yang akan dibahas dapat memberikan pengetahuan kepada penulis mengenai *problem* mesin, penyebab-penyebab terjadinya kerusakan mesin, *lost time* dan lain sebagainya yang mendukung penulis untuk melakukan pemecahan masalah.

### Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan meliputi:

1. Data Primer
  - a. Observasi langsung, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada bagian *maintenance* PT. Kubota Indonesia.
  - b. Wawancara, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab secara lisan kepada penanggungjawab bagian *maintenance* PT. Kubota Indonesia.
2. Data Sekunder
  - a. Data dan laporan perusahaan yaitu berdasarkan laporan tahunan mengenai:
    - Jumlah mesin pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama tahun 2013.
    - Frekuensi *breakdown* mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama tahun 2013.
    - Lama waktu perbaikan
    - Problem dan penyebab terjadinya *breakdown* mesin pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama tahun 2013.

## Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan kerja praktek ini meliputi :

1. Menentukan distribusi kerusakan mesin pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama bulan Januari 2013 hingga bulan Desember 2013. Perhitungan ini dilakukan dengan cara membagi jumlah kerusakan yang terjadi pada periode (bulan) tertentu dengan jumlah seluruh kerusakan mesin pada mesin MV-40 *line Cylinder Head* PT. Kubota Indonesia selama kurun waktu bulan Januari sampai Desember 2013.
2. Menentukan besarnya jumlah biaya perbaikan/ *repair cost* (Cr) rata-rata yang terjadi selama bulan Januari 2013 hingga bulan Desember 2013. Perhitungan ini dilakukan dengan membagi jumlah seluruh biaya perbaikan yang ada disetiap periode/ bulan dengan jumlah seluruh kerusakan yang terjadi.
3. Menentukan besarnya jumlah biaya perawatan/ *preventive cost* (Cm) untuk tiap mesin. Biaya ini adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan secara rutin dalam periode waktu tertentu yang digunakan untuk merawat mesin-mesin yang ada.
4. Mengabaikan perhitungan biaya *downtime*. Biaya ini muncul sebagai sebuah kerugian yang disebabkan berhentinya mesin dalam melakukan proses produksi. Karena operator mesin tidak hanya menjalankan satu buah mesin sehingga apabila mesin mengalami *breakdown*, operator tidak akan menganggur maka *cost of downtime* diasumsikan untuk diabaikan.
5. Melakukan perhitungan untuk mencari besarnya biaya yang dikeluarkan apabila dalam melakukan perawatan mesin menggunakan *repair policy*.
6. Melakukan perhitungan untuk mencari besarnya biaya yang dikeluarkan apabila dalam melakukan perawatan mesin menggunakan *preventive maintenance policy*.

## Analisa

Analisa dilakukan berdasarkan pada pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa ini membahas tentang jadwal *maintenance* yang paling ekonomis untuk diterapkan pada perusahaan.

## Kesimpulan dan Saran

Penutup berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan diberikan berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Selain itu juga diberikan saran-saran yang sekiranya dapat bermanfaat dan menjadi bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan.

## ANALISIS DATA

### Total Biaya Preventive Maintenance Mesin MV-40 untuk Selang Pemeriksaan n Bulan Sekali

Dari hasil pengolahan data, dapat diketahui perkiraan total biaya untuk masing-masing kebijakan perawatan untuk mesin MV-40 adalah sebagai berikut :

- Kebijakan *Repair* : Rp 1.132.320,-
- Kebijakan *Preventive* :

Total biaya kebijakan *preventive/ total maintenance cost* (TMC) untuk tiap periode dapat dilihat pada tabel berikut ini :

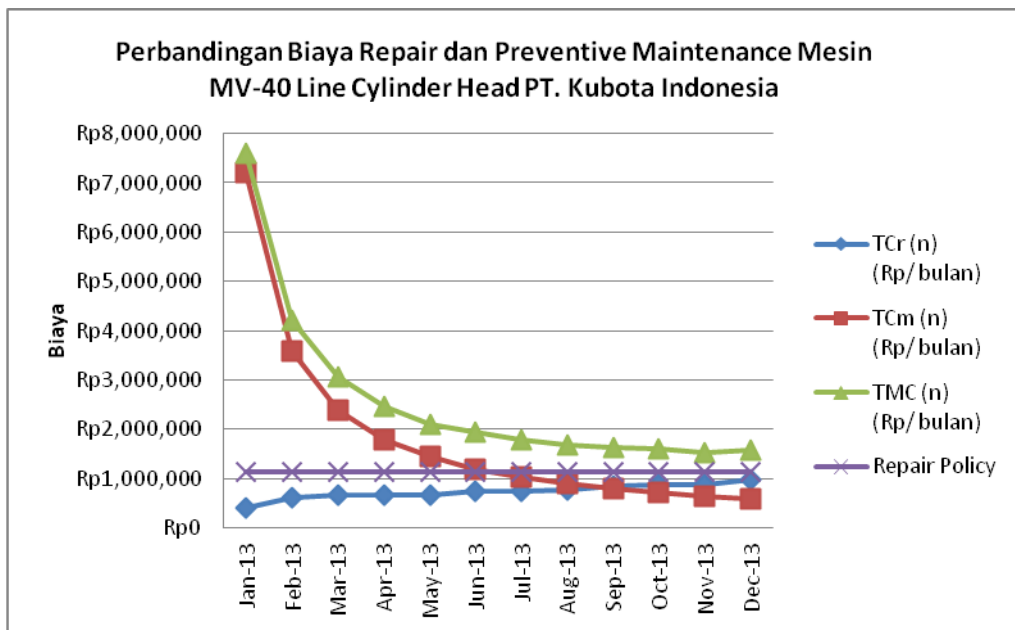
**Tabel 1. Perkiraan Biaya Preventive Maintenance Policy untuk Mesin MV-40**

n	Periode	Bn (mesin/ n bulan)	B (mesin/ n bulan)	TCr (n) (Rp/ bulan)	TCm (n) (Rp/ bulan)	TMC (n) (Rp/ bulan)
1	Jan-13	0.16071	0.16071	Rp406.658	Rp7.198.664	Rp7.605.322
2	Feb-13	0.49075	0.24538	Rp620.880	Rp3.599.332	Rp4.220.212
3	Mar-13	0.79351	0.26450	Rp669.277	Rp2.399.555	Rp3.068.832
4	Apr-13	1.07373	0.26843	Rp679.216	Rp1.799.666	Rp2.478.882
5	May-13	1.32284	0.26457	Rp669.439	Rp1.439.733	Rp2.109.172
6	Jun-13	1.74685	0.29114	Rp736.681	Rp1.199.777	Rp1.936.458
7	Jul-13	2.09209	0.29887	Rp756.234	Rp1.028.381	Rp1.784.615
8	Aug-13	2.47561	0.30945	Rp783.011	Rp899.833	Rp1.682.844
9	Sep-13	2.99273	0.33253	Rp841.396	Rp799.852	Rp1.641.248

10	Oct-13	3.49628	0.34963	Rp884.671	Rp719.866	Rp1.604.537
11	Nov-13	3.83190	0.34835	Rp881.447	Rp654.424	Rp1.535.871
12	Dec-13	4.62605	0.38550	Rp975.447	Rp599.889	Rp1.575.336

Dari hasil pengolahan data diatas dapat diperoleh hasil bahwa *total maintenance cost* (TMC) pada alternatif penjadwalan *preventive maintenance* yang membutuhkan biaya perawatan paling sedikit adalah setiap 11 periode atau setiap 11 bulan sekali yaitu sebesar Rp1.535.871,-/ bulan. Namun karena *total maintenance cost* yang dihasilkan tersebut mempunyai biaya yang lebih besar jika dibandingkan dengan biaya *repair*-nya yaitu sebesar Rp 1.132.320,-/ bulan, maka kebijakan yang paling optimal adalah kebijakan *repair*.

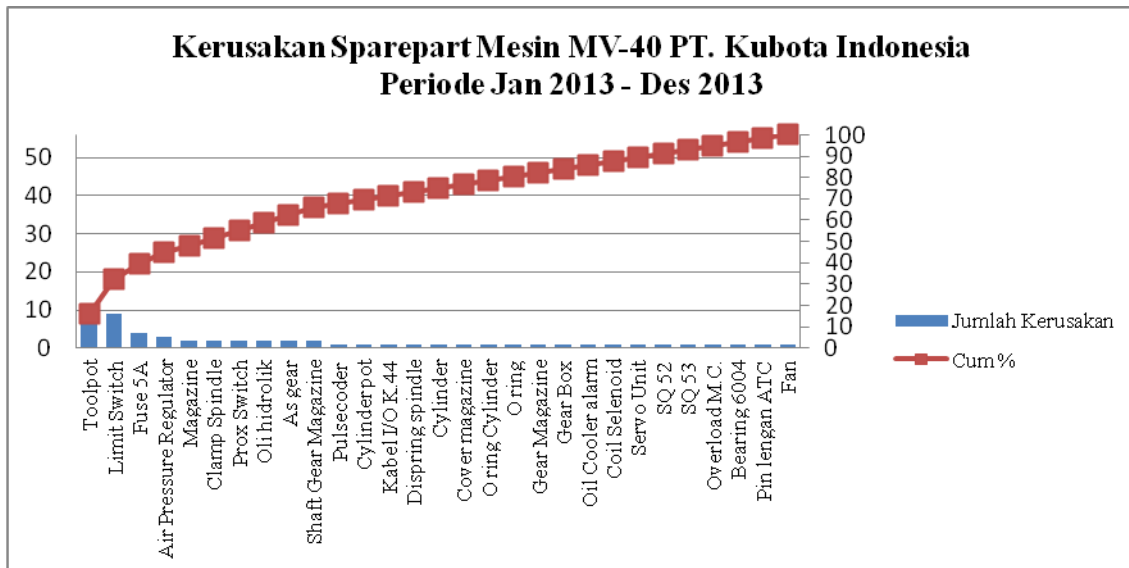
Untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik perbandingan total biaya antara kebijakan *repair* dan kebijakan *preventive* sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Perbandingan Biaya *Repair* dan *Preventive Maintenance* Mesin MV-40 Line Cylinder Head PT. Kubota Indonesia

Berdasarkan grafik dan tabel perbandingan total biaya diatas, dapat diketahui bahwa kebijakan yang paling optimal adalah kebijakan *repair* terhadap mesin MV-40 Line Cylinder Head karena mempunyai total biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan kebijakan *preventive maintenance*. Hal ini disebabkan karena waktu *repair* untuk tiap kerusakan tidak terlalu lama.

### Diagram Pareto Mesin MV-40



Gambar 4. Diagram Pareto

Dari diagram tersebut terlihat bahwa jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada mesin MV-40 Line Cylinder Head PT. Kubota Indonesia adalah kerusakan pada toolpot dan limit switch yaitu sebesar 9 kali dalam jangka waktu 12 bulan. Kerusakan ini memiliki persentase 16,071 % dari seluruh kerusakan yang terjadi selama bulan Januari 2013 hingga bulan Desember 2013.

Dapat disimpulkan bahwa area kritis terletak pada toolpot dan limit switch. Seringnya kerusakan pada toolpot terjadi karena penyebab-penyebab sebagai berikut :

1. Pemasangan toolpot yang kurang tepat sehingga pada saat mesin dijalankan toolpot lepas atau patah.
2. Pemasangan toolpot yang kurang benar sehingga toolpot rusak karena jatuh.
3. Pengoperasian mesin yang terus menerus (24 jam non stop) akan mempengaruhi kinerja mesin keseluruhan dan tentu saja toolpot yang memiliki peranan penting terhadap jalannya mesin.
4. Sudah dekat dengan akhir umur pemakaian komponen toolpot.

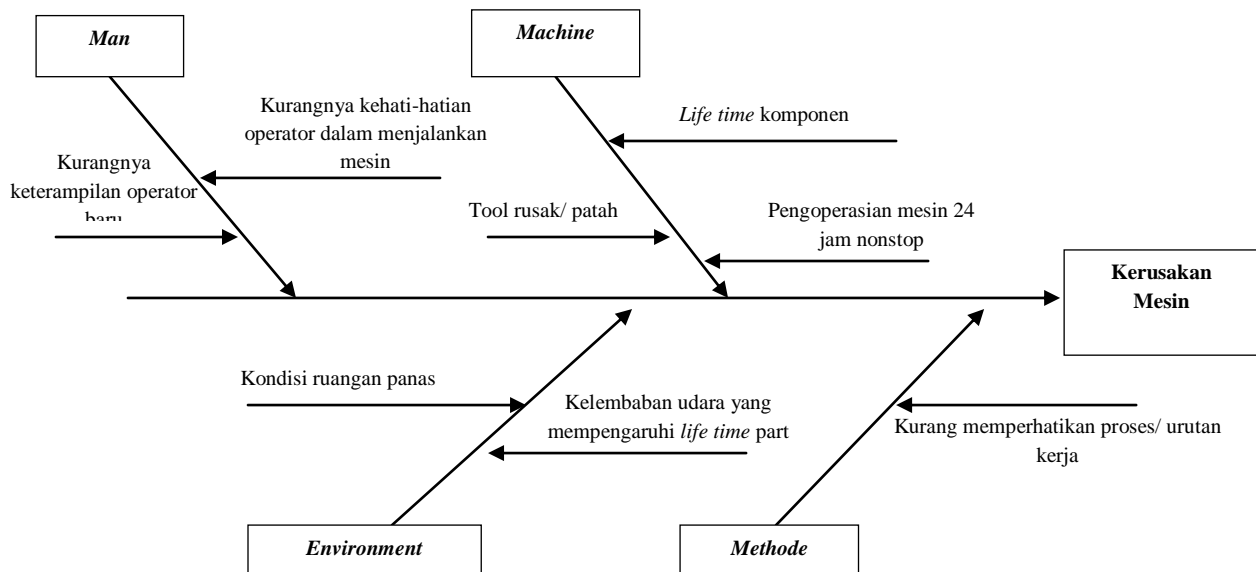
Sedangkan penyebab terjadinya kerusakan pada limit switch dijabarkan sebagai berikut :

1. Kurang memperhatikan kebersihan dari limit switch sehingga menyebabkan kotor dan tidak dapat digunakan.
2. Limit switch kemasukan coolant.
3. Pemasangan limit switch yang kurang tepat sehingga limit switch tersebut ngancing.
4. Pengoperasian mesin yang terus menerus (24 jam non stop) akan mempengaruhi kinerja mesin keseluruhan dan tentu saja limit switch yang memiliki peranan penting terhadap jalannya mesin.
5. Sudah dekat dengan akhir umur pemakaian komponen limit switch.

Oleh karena itu, perlu dilakukan beberapa perlakuan untuk mengurangi frekuensi *breakdown* yang terjadi karena kerusakan toolpot dan limit switch. Beberapa rekomendasi solusi, antara lain :

1. Pemasangan toolpot dan limit switch dengan tepat yang dilakukan berdasarkan prosedur yang telah dibuat oleh perusahaan.
2. Agar operator *maintenance* lebih teliti dalam melakukan pemasangan toolpot dan limit switch sehingga letaknya dapat sesuai.
3. Agar operator *maintenance* lebih hati-hati dalam melakukan pemasangan toolpot agar tidak rusak akibat jatuh
4. Agar operator *maintenance* lebih memperhatikan kebersihan dari limit switch agar tidak kotor.
5. Penggunaan toolpot dan limit switch dengan kualitas yang baik agar masa hidup dari komponen-komponen tersebut lebih lama.

Secara lebih umum, penyebab kerusakan komponen-komponen pada mesin MV-40 akan digambarkan pada diagram *fishbone* berikut ini ;



Gambar 5. Diagram Fishbone Kerusakan Mesin MV-40

## KESIMPULAN

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Tipe distribusi frekuensi breakdown pada mesin MV-40 adalah mengikuti distribusi frekuensi *breakdown case 2*. Pada tipe ini, komponen termasuk jenis yang cukup kompleks (banyak terdapat *interacting parts*) sehingga banyak yang akan menjadi penyebab komponen tersebut *breakdown*. Selain itu, waktu *breakdown*-nya juga akan sulit untuk diprediksi.
2. Untuk mengurangi besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan serta untuk mengurangi frekuensi *breakdown* mesin MV-40, kebijakan *maintenance* yang hendaknya dilakukan adalah kebijakan *repair*. Hal ini disebabkan karena lamanya waktu *repair* yang singkat walaupun dengan frekuensi *breakdown* yang sering.
3. Perbandingan biaya antara kebijakan *preventive maintenance* dan kebijakan *repair* adalah sebagai berikut :
  - Untuk *repair policy* rata-rata runtime mesin/periode adalah 6,78571 bulan, dan biaya perbaikannya adalah sebesar Rp 1.132.320,00 per periode
  - Untuk *preventive maintenance policy* rata-rata runtime mesin/periode adalah 11 bulan, dan biaya perbaikannya adalah sebesar Rp 1.535.871,00 per periode

## SARAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat direkomendasikan hal-hal dibawah ini kepada pihak perusahaan :

1. Perlu adanya penerapan *repair policy* seperti yang telah diusulkan.
2. Perlu adanya penyediaan sparepart cadangan sehingga apabila terjadi kerusakan komponen yang kritis dapat segera diatasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barlow, R., and L. Hunter. 1981. "Optimum Preventive Maintenance Policies," *Operations Research*. Edisi 8, No. 1, Hal. 90-100.
- Jardine, A. K. S. 1987. *Maintenance, Replacement and Reliability*, Wiley, New York.

## **ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PADA LINE CRANKCASE PT. KUBOTA INDONESIA**

**Susatyo Nugroho W P<sup>1</sup>, Rani Rumita<sup>2</sup>, Wenny Dwi Hapsari<sup>3</sup>**

*<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*

*Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239*

*Telp. (024) 7460052*

*E-mail: nwp.susatyo@gmail.com*

### **ABSTRAKS**

*PT. Kubota Indonesia, merupakan perusahaan gabungan (joint venture) antara Indonesia dan Jepang, mulai memproduksi mesin diesel penggerak traktor pada tahun 1972., memiliki tujuh line dalam proses produksinya, yakni Line ACF, Line Fly Wheel, Line MBC, Line Gear Case, Line Cyl. Linier, Line Cyl. Head dan Line Crankcase, Salah satu line yang memegang peranan penting justru memiliki tingkat kerusakan mesin tertinggi setiap tahunnya yaitu Line Crankcase. Tingkat kerusakan mesin pada Line Crankcase selama tiga tahun, line ini selalu menduduki peringkat pertama dalam hal kerusakan mesin yang dialami, total sebanyak 350 kali kerusakan. Dengan adanya tingkat kerusakan yang tinggi pada Line Crankcase dan mengakibatkan terjadinya downtime, maka akan dilakukan analisis seberapa efektif suatu operasi produksi yang dijalankan oleh PT. Kubota Indonesia pada saat ini dengan menggunakan metode OEE (Overall Equipment Effectiveness). Availability dari Line Crankcase adalah 82,35%, Performance Efficiency sebesar 97,20%, Quality Rate sebesar 99,61%. Dari ketiga aspek Availability, Performance Efficiency dan Quality Rate didapatkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebesar 79,80%. Nilai OEE ini pencapaian dengan tingkat wajar (fairly typical level) yaitu nilai OEE antara 60% sampai dengan 85% (world class level).*

**Kata Kunci:** *Availability, Performance Efficiency, Quality Rate, Overall Equipment Effectiveness*

### **PENDAHULUAN**

#### **a) Latar Belakang**

PT. Kubota Indonesia, merupakan perusahaan gabungan (*joint venture*) antara Indonesia dan Jepang, mulai memproduksi mesin diesel penggerak traktor pada tahun 1972. Perusahaan ini masih menganut sistem yang dibuat oleh Negara Jepang serta menggunakan mesin-mesin dari negara sakura tersebut. Salah satu visi dari PT. Kubota adalah “Bekerja untuk masyarakat dengan memanfaatkan segala kemampuan dan keahlian yang dimiliki dalam menghasilkan produk maupun teknologi yang unggul”, kata “unggul” disini dapat diartikan bahwa tujuan PT. Kubota Indonesia adalah menciptakan produk dan teknologi yang dapat diterima oleh masyarakat dan pastinya dilengkapi dengan kualitas yang baik. Untuk menghasilkan kualitas produk yang baik, maka sebuah perusahaan harus didukung dengan sistem yang baik pula, baik dalam manajemen disetiap departemen maupun proses produksinya. Selain itu peranan mesin dan peralatan juga sangat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan, maka perusahaan manufaktur seperti PT. Kubota Indonesia harus memperhatikan kondisi mesin yang ada agar utilisasi mesin tersebut selalu optimal.

PT. Kubota Indonesia memiliki tujuh *line* dalam proses produksinya, yakni *Line ACF, Line Fly Wheel, Line MBC, Line Gear Case, Line Cyl. Linier, Line Cyl. Head dan Line Crankcase*, Salah satu *line* yang memegang peranan penting justru memiliki tingkat kerusakan mesin tertinggi setiap tahunnya yaitu *Line Crankcase*. Melihat tingkat kerusakan mesin pada *Line Crankcase* tiga tahun yang lalu, *line* ini selalu menduduki peringkat pertama dalam hal kerusakan mesin yang dialami. Pada Tahun 2011 *Line Crankcase* mengalami kerusakan sebanyak 98 kali, Tahun 2012 sebanyak 125 kerusakan dan Tahun 2013 sebanyak 127 kerusakan, sehingga apabila dijumlahkan *Line Crankcase* mengalami 350 kali kerusakan pada tiga tahun terakhir. Pada *line* ini terdapat 10 mesin yang beroperasi yaitu HN50C, *Leak Test*, NH5000, *Vertical Milling, Horizontal Milling, Washing 1, Washing 2, Houchun Milling Retrofit, NVX 5080* dan Enshu. Apabila salah satu mesin tersebut mengalami kerusakan, maka dapat berdampak dengan proses yang melibatkan mesin lainnya. Sehingga proses produksi pada *Line Crankcase* tersendat dan tidak dapat memenuhi target yang ditentukan serta dapat mempengaruhi performansi mesin serta kualitas produk yang dihasilkan.

Dengan adanya tingkat kerusakan yang tinggi pada *Line Crankcase* dan mengakibatkan terjadinya *downtime*, maka akan dilakukan analisis seberapa efektif suatu operasi produksi yang dijalankan oleh PT. Kubota Indonesia pada saat ini dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan standar dunia (*world class*) sebesar 85% yang terdiri dari 3 aspek yaitu *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Quality Rate*.

#### b) Latar Belakang

Pada *Line Crankcase* di PT. Kubota Indonesia sering terjadi mesin yang mengalami *breakdown* sehingga berakibat terganggunya keberlangsungan proses produksi dan mengakibatkan total *downtime* yang membengkak setiap bulannya. Pada Tahun 2011 *Line Crankcase* mengalami kerusakan sebanyak 98 kali, Tahun 2012 sebanyak 125 kerusakan dan Tahun 2013 sebanyak 127 kerusakan, sehingga apabila dijumlahkan *Line Crankcase* mengalami 350 kali kerusakan pada tiga tahun terakhir. Akibatnya, *Line Crankcase* tidak dapat memenuhi target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

#### c) Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada Kerja Praktik ini adalah:

- Menentukan tingkat *availability* dari *Line Crankcase*.
- Menentukan tingkat *performance* dari *Line Crankcase*.
- Menentukan tingkat *quality* dari *Line Crankcase*.
- Menentukan efektifitas equipment dari *Line Crankcase* dan membandingkan nilai OEE pada *Line Crankcase* dengan standar dunia yaitu 85%.
- Menganalisis cara-cara untuk meningkatkan efektifitas equipment dari *Line Crankcase*.

#### d) Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, beberapa batasan dalam pembahasan yaitu:

- Pengamatan hanya dilakukan pada *Line Crankcase* PT. Kubota Indonesia.
- Data pengamatan yang diambil merupakan data laporan *Line Crankcase* selama bulan Maret 2013 sampai dengan bulan Desember 2013.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### a) Sistem Perawatan

Menurut Jardine (1987) perawatan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Peranan perawatan baru akan terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi. Dengan mengacu pada pengertian perawatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa masalah perawatan berkaitan dengan tindakan pencegahan dan perbaikan, yang dapat berupa tindakan berikut:

5. Pemeriksaan (*inspection*), yaitu tindakan pemeriksaan terhadap mesin atau sistem untuk mengetahui kondisi, apakah mesin atau sistem tersebut dalam keadaan yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan atau tidak.
6. Perawatan (*service*), yaitu tindakan untuk menjaga kondisi suatu sistem agar tetap baik. Biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian (*manual instruction*) sistem tersebut.
7. Penggantian komponen (*replacement*), yaitu melakukan penggantian komponen rusak dan tidak dapat dipergunakan dengan baik lagi. Penggantian ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan terlebih dahulu.
8. *Repair* dan *overhaul*, yaitu kegiatan melakukan perbaikan secara cermat serta melakukan suatu set-up sistem. Tindakan *repair* merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan setelah sistem mencapai kondisi gagal beroperasi (*failed shated*), sedangkan *overhaul* dilakukan sebelum *failed stated* terjadi.

#### b) Memaksimalkan Efektivitas Peralatan

Banyak perusahaan menggunakan istilah “tingkat efektivitas peralatan” namun metode perhitungan yang mereka lakukan sangatlah berbeda. Biasanya apa yang disebut efektivitas peralatan sesungguhnya adalah tingkat operasi *availability* atau ketersediaan.

- **Availability Ratio**

*Availability ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Dengan demikian rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah:

$$Availability = \frac{\text{operating time}}{\text{loading time}} \times 100\% = \frac{\text{loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$



Dimana:

- $Downtime = Breakdown\ Time + Planned\ Downtime$
- $Loading\ Time = Working\ Time - Planned\ Downtime$

Rasio kemampuan mesin yang dinyatakan dalam total waktu operasi tersedia (*operating time*) dengan loading time. Sedangkan *loading time* sendiri adalah waktu tersedia (perhari atau perbulan dll) dikurangi dengan *planned downtime*. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa tingkat ketersediaan dapat dimaksimalkan apabila *downtime* peralatan dibuat seminimal mungkin. (Nakajima, 1989)

• **Performance Ratio**

*Performance ratio* merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Faktor penting yang diutamakan untuk menghitung *performance efficiency* adalah:

- Persentase Jam Kerja

$$\% \text{ jam kerja} = 1 - \frac{\text{total downtime}}{\text{available time}} \times 100\%$$

- Waktu Siklus Aktual dan Waktu Siklus Ideal

$$\text{waktu siklus aktual} = \frac{\text{loading time}}{\text{processed amount}}$$

$$\text{waktu siklus ideal} = \text{waktu siklus} \times \% \text{ Jam Kerja}$$

- *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- *Operating Time* (waktu operasi mesin)

Perhitungan *performance efficiency* dimulai dengan perhitungan *Ideal Cycle Time*. *Ideal Cycle Time* merupakan waktu siklus ideal mesin dalam melakukan proses *machining* terhadap sebuah produk.

$$\text{Performance} = \frac{\text{processed amount}}{\text{operating time}} \times \text{ideal cycle time} \times 100\%$$

Dimana:

- *Processed amount* = jumlah seluruh produk yang dihasilkan baik *good pieces* maupun *reject pieces*
- *Actual cycle time* = waktu aktual untuk memproduksi satu satuan produksi.
- *Ideal cycle time* = waktu minimum secara teoritis untuk memproduksi satu satuan produksi. (Nakajima, 1989)

• **Quality Ratio atau Rate of Quality Product**

*Quality Ratio* atau *Rate of Quality Product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Rate Quality Product} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\%$$

Dimana:

- *Processed Amount* = jumlah produk yang diproses
  - *Defect Amount* = jumlah produk yang *reject*
- (Nakajima, 1989)

c) **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Setiap perusahaan menginginkan peralatan dapat bekerja secara maksimal, tidak ada waktu yang terbuang, tetapi kenyataannya hal tersebut tidaklah mudah. Untuk itu maka pengukuran terhadap *Overall Equipment Effectiveness* sangatlah diperlukan, batasan penentuan nilai-nilai OEE yang ideal adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai OEE

Deskripsi	Nilai
<i>Availability</i>	>90%
<i>Performance Efficiency</i>	>95%
<i>Quality Rate</i>	>99%
OEE	>85%

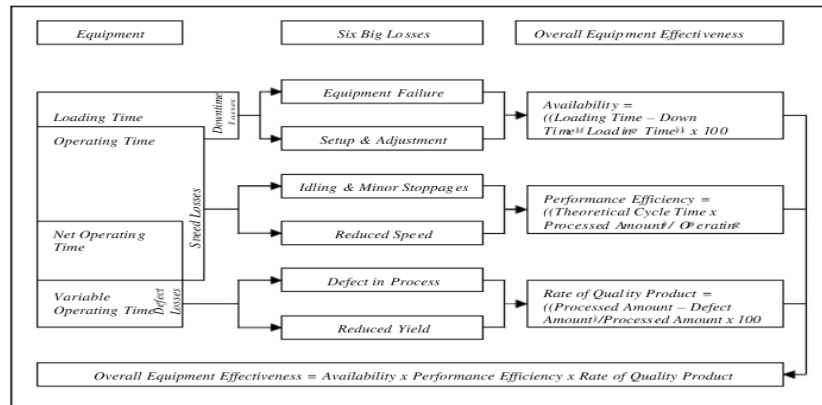
Nilai tersebut merupakan nilai ideal untuk industri manufaktur, sedangkan berdasarkan penelitian Sermin dan Birol Elevli (2010) menghasilkan OEE referensi untuk alat berat jenis *excavator* yang bekerja

di tambang yaitu 77%. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan. Hasil dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah tingkat keefektifan fasilitas secara menyeluruh yang diperoleh dengan memperhitungkan *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product*.

OEE didapatkan melalui persamaan berikut:

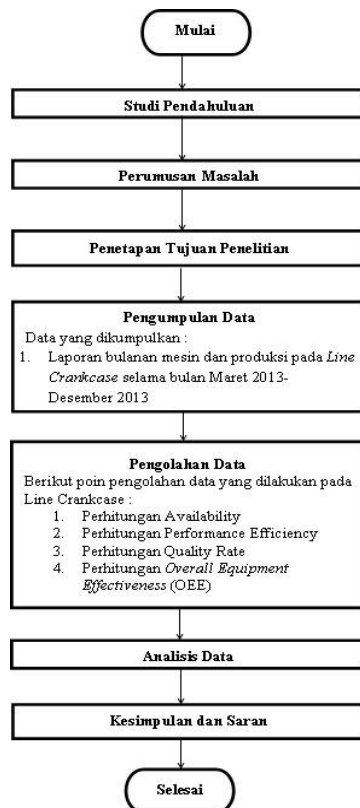
$$OEE = Availability(\%) \times Performance\ Efficiency(\%) \times Quality\ Rate(\%)$$

Untuk lebih jelasnya perhitungan OEE dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2. Metodologi Penelitian

## PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan data yang didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan, hasil wawancara dengan pihak PT. Kubota Indonesia dan data laporan perusahaan.

**Tabel 2. Data Line Crankcase**

LINE CRANKCASE	Mar-13	Apr-13	Mei-13	Jun-13	Jul-13	Agust-13	Sep-13	Okt-13	Nop-13	Des-13
CT (model) RD 85 DI (second)	442	456	436	447	437	474	437	480	460	410
Working Hours	645	602	645	494,5	637,5	585	645	666,5	666,5	580,5
Operating Availability Ratio (%)	85%	89%	82%	87%	91%	80%	91%	80%	81%	84%
Downtime (hours)	97	67,3	119	64	57,9	115	60	136	129	90
(1) Setting time	40	15	23	2	0	0	0	0	0	0
(2) Changes cutting tool	21	25	42	30	20	60	25	46	35	25
(3) Repair (maintenance)	30	14,6	33	18	32,9	50	30	80	78	50
(4) Others	6	12,7	21	14	5	5	5	10	16	15
Reject Ratio (machining) ppm	3,934	4,514	4,483	3,722	3,603	4,448	3,139	2,573	4,438	3,998
Qty. Of Reject (machining) pcs	17	19	19	13	17	15	15	10	18	17
Reject Ratio (material) ppm	122,425	10,454	74,799	20,326	20,136	21,649	15,488	19,043	14,546	12,935
Qty. Of Reject (material) pcs	529	44	317	71	95	73	74	74	59	55
Schedule Quantity pcs	5253	4763	5326	3983	5252	4443	5314	4999	5216	5097
Qty. Of Finished OK pcs	4321	4209	4238	3493	4718	3372	4778	3886	4056	4252

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Availability**

LINE CRANKCASE	Working Hours	planned downtime (hours)	Breakdown (hours)	loading time (hours)	operating time (hours)	Availability (%)
Mar-13	645	91	6	554	457	82,49
Apr-13	602	54,6	12,7	547,4	480,1	87,71
Mei-13	645	98	21	547	428	78,24
Jun-13	494,5	50	14	444,5	380,5	85,60
Jul-13	637,5	52,9	5	584,6	526,7	90,09
Agust-13	585	110	5	475	360	75,79
Sep-13	645	55	5	590	530	89,83
Okt-13	666,5	126	10	540,5	404,5	74,84
Nop-13	666,5	113	16	553,5	424,5	76,69
Des-13	580,5	75	15	505,5	415,5	82,19

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Performance Efficiency**

LINE CRANKCASE	Down time (hours)	Working Hours	loading time	processed amount	operating time	% jam kerja	waktu siklus aktual (sec.)	actual cycle time (jam)	ideal cycle time	Perfor mance efficiency
Mar-13	97	645	534	4338	457	84,96	442	0,123	0,101	95,40
Apr-13	67,3	602	542,4	4228	480,1	88,82	456	0,127	0,111	98,15
Mei-13	119	645	537	4257	428	81,55	436	0,121	0,097	96,37
Jun-13	64	494,5	434,5	3506	380,5	87,06	447	0,124	0,106	97,29
Jul-13	57,9	637,5	584,6	4735	526,7	90,92	437	0,121	0,110	99,22
Agust-13	115	585	440	3387	360	80,34	474	0,132	0,098	92,11
Sep-13	60	645	590	4793	530	90,70	437	0,121	0,110	99,56
Okt-13	136	666,5	528,5	3896	404,5	79,59	480	0,133	0,104	99,91
Nop-13	129	666,5	538,5	4074	424,5	80,65	460	0,128	0,100	96,14
Des-13	90	580,5	500,5	4269	415,5	84,50	410	0,114	0,095	97,86

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Quality Rate**

LINE CRANKCASE	Qty. Of Reject (machining)pcs	Schedule Quantity pcs	Qty. Of Finished OK pcs	processed amount	quality rate
Mar-13	17	5253	4321	4338	99,61
Apr-13	19	4763	4209	4228	99,55
Mei-13	19	5326	4238	4257	99,55
Jun-13	13	3983	3493	3506	99,63
Jul-13	17	5252	4718	4735	99,64
Agust-13	15	4443	3372	3387	99,56
Sep-13	15	5314	4778	4793	99,69
Okt-13	10	4999	3886	3896	99,74
Nop-13	18	5216	4056	4074	99,56
Des-13	17	5097	4252	4269	99,60

**Tabel 6. Hasil Perhitungan Overall Equipment Effectiveness**

LINE CRANKCASE	availability	performance efficiency	quality rate	OEE
Mar-13	82,49	95,40	99,61	78,39
Apr-13	87,71	98,15	99,55	85,70
Mei-13	78,24	96,37	99,55	75,07
Jun-13	85,60	97,29	99,63	82,97
Jul-13	90,10	99,22	99,64	89,07
Agust-13	75,79	92,11	99,56	69,50
Sep-13	89,83	99,56	99,69	89,16
Okt-13	74,84	99,91	99,74	74,58
Nop-13	76,69	96,14	99,56	73,40
Des-13	82,20	97,86	99,60	80,12

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan indikator yang sangat baik untuk mengetahui dan mengukur produktivitas sebuah objek. Objek yang dimaksud tidak hanya mesin, namun juga bisa saja manusia serta material yang berhubungan dengan proses produksi. Hasil yang didapat pada pengolahan data telah mendeskripsikan bagaimana nilai keefektifan total dari *Line Crankcase*. Berikut adalah analisis dari hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) serta analisis upaya pencapaian keefektifan yang lebih baik bagi *Line Crankcase* dan PT. Kubota Indonesia. Analisa perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dilakukan untuk melihat tingkat produktivitas Line Crankcase selama periode Maret 2013 – Desember 2013. Pengukuran OEE ini merupakan kombinasi dari faktor waktu, kualitas pengoperasian mesin dan kecepatan produksi mesin. Adapun nilai dari hasil perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebagai berikut:

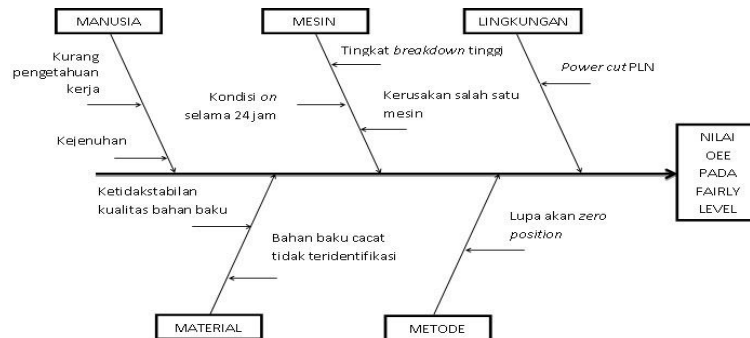
**Tabel 7. Analisis Overall Equipment Effectiveness**

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)	Standard (%)	Keterangan
Mar-13	82,49	95,40	99,61	78,39	85	Belum Ideal
Apr-13	87,71	98,15	99,55	85,70	85	Ideal
Mei-13	78,24	96,37	99,55	75,07	85	Belum Ideal
Jun-13	85,60	97,29	99,63	82,97	85	Belum Ideal
Jul-13	90,10	99,22	99,64	89,07	85	Ideal
Agust-13	75,79	92,11	99,56	69,50	85	Belum Ideal
Sep-13	89,83	99,56	99,69	89,16	85	Ideal
Okt-13	74,84	99,91	99,74	74,58	85	Belum Ideal
Nop-13	76,69	96,14	99,56	73,40	85	Belum Ideal
Des-13	82,20	97,86	99,60	80,12	85	Belum Ideal

Berdasarkan hasil tersebut, nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) bisa dikatakan ideal hanya pada bulan April, Juli dan September saja. Yaitu diatas nilai standart dunia (85%). Sedangkan untuk 7 bulan yang lainnya, masih dikatakan belum ideal karena masih dibawah 85%. Dan bila dirata-rata, *Line Crankcase* memiliki nilai OEE sebesar 79,80% atau disebut pada tingkat wajar (*fairly typical level*) yaitu nilai OEE berada antara 60% sampai dengan 85% dan terindikasi banyak ruang perbaikan yang harus dilakukan untuk mencapai tingkat perusahaan kelas dunia.

Nilai OEE yang masih dibawah standard dunia ini dapat disebabkan oleh nilai *Availability*. Hal ini berarti mesin masih belum maksimal dalam proses produksinya. Seharusnya mesin masih dapat menghasilkan produk yang lebih banyak atau mungkin dapat mencapai target. Namun ternyata *downtime* yang dihasilkan oleh *Line Crankcase* cukup besar yaitu 935,2 jam selama 10 bulan dan apabila dikonversikan kedalam satuan hari maka *Line Crankcase* telah kehilangan 38,97 hari. Apabila lamanya *downtime* dapat diperkecil atau direduksi maka hal ini dapat memperbaiki nilai dari *Availability* yang sekaligus dapat memperbaiki nilai dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Untuk mengetahui penyebab-penyebab yang mengakibatkan nilai OEE *Line Crankcase* masih di bawah level dunia, maka penulis akan menggunakan diagram sebab akibat atau Fishbone untuk menganalisa penyebab-penyebab tersebut, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. Fishbone OEE *Line Crankcase* Dibawah Standar

Diagram sebab akibat di atas mengidentifikasi penyebab berdasarkan 5 kategori yaitu manusia, mesin, lingkungan, material dan metode.

▪ **Manusia**

Pelatihan sangat dibutuhkan untuk menambah ilmu dan keterampilan karyawan, misal memberi pelatihan bagaimana cara melihat dan melakukan tindakan awal kerusakan mesin terhadap operator mesin. Dari hasil pengamatan belum adanya pelatihan tersebut terhadap operator mesin yang ada. Yang bertanggung jawab atas perawatan mesin hanyalah Bagian Maintenance saja. Selain itu faktor kejenuhan juga dapat mempengaruhi kinerja operator. Operator sering kali mengalami kelelahan dan kejenuhan dalam bekerja, hal ini dikarenakan proses kerja yang dilakukan secara terus-menerus dan berulang serta sebagian besar operator bekerja dalam kondisi berdiri, sehingga dapat mengakibatkan kelelahan kerja dan hilangnya konsentrasi. Hilangnya konsentrasi dapat mengganggu proses operasi yang akhirnya akan berujung ke *breakdown time*. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, maka penulis menyarankan agar pihak manajemen atau perusahaan lebih memperhatikan kondisi pekerja yang ada, mulai dari melakukan training untuk semua pekerja agar ketrampilan yang dimiliki oleh pekerja sama rata. Serta mengadakan kegiatan-kegiatan yang menunjang kondisi psikis dari operator untuk mengurangi kejenuhan dan kelelahan yang dialami operator dan karyawan lainnya.

▪ **Mesin**

Dari segi mesin, hal yang menyebabkan target produksi tidak tercapai dan mengakibatkan nilai OEE rendah adalah mesin yang sering *breakdown*. Mesin yang sering mengalami kerusakan ini bisa saja dikarenakan oleh kondisi mesin yang selalu menyala 24 jam selama jam kerja dan kurangnya perawatan yang dilakukan oleh operator untuk menjaga kestabilan mesin. Dan apabila salah satu mesin mengalami kerusakan, maka akan berpengaruh kepada proses produksi yaitu proses akan terhenti sampai mesin tersebut dapat beroperasi kembali. Untuk mengatasi masalah tersebut, penulis menyarankan untuk menerapkan *autonomous maintenance*. Dimana operator diberikan pengetahuan mengenai perawatan dasar pada mesin.

▪ **Lingkungan**

Putusnya hubungan listrik dari PLN menyebabkan matinya semua mesin yang beroperasi, sehingga ketika mesin dihidupkan kembali maka kecepatan mesin tidak dapat langsung kembali ke kecepatan semula. Dan membutuhkan waktu setup untuk menyetel ulang kondisi mesin yang diinginkan.

▪ **Material**

Dari segi material, yang dapat mempengaruhi lambatnya proses produksi adalah kondisi bahan baku yang cacat. Hal ini dapat dilihat bahwa rata-rata bahan baku yang cacat setiap bulannya (selama 10 bulan

terakhir) adalah 139,1 unit. Kecacatan material yang sering dialami adalah ketidaksesuaian ukuran serta bahan baku pembentuk komponen yang tidak memenuhi spesifikasi. Biasanya kesalahan ini berasal dari supplier sehingga komponen-komponen yang cacat tersebut dikembalikan lagi ke *supplier*. Hal ini dapat menyebabkan banyaknya waktu yang terbuang hanya untuk menunggu bahan baku datang kembali.

#### ▪ Metode

Operator sering kali melupakan kondisi awal yang harus dilakukan agar posisi mesin pada posisi semula, sehingga banyak terjadi kerusakan tool yang dikarenakan dari lupanya *zero position* ini. Apabila operator sering melakukan kecerobohan ini, maka tingkat *breakdown* otomatis tidak akan pernah berkurang. Untuk menghindari hal ini, maka sebaiknya perusahaan membuat himbauan atau langkah-langkah pengoperasian mesin yang ditempelkan di bagian sisi yang dapat dijangkau oleh pandangan mata operator. Sehingga dapat selalu mengingatkan operator akan langkah-langkah yang harus dilakukan.

### **Autonomous Maintenance Sebagai Solusi untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin.**

Sasaran autonomous maintenance adalah mengembangkan kemampuan operator agar mampu mendeteksi gejala kerusakan sebelum terjadinya kerusakan yang sesungguhnya. Operator bukanlah teknisi atau bagian maintenance. Operator adalah orang yang setiap hari berhadapan dengan mesin, sehingga dia adalah orang pertama yang akan merasakan bila mesin bekerja abnormal.

Peran operator bukan sekedar mengerjakan pekerjaan rutin tetapi juga melakukan *improvement* dalam autonomous maintenance. Operator mencari hal-hal kecil yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kinerja mesin atau untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin. Cita-cita tertinggi dari *autonomous maintenance* adalah mesin tidak mengalami *breakdown* tanpa peran bagian maintenance. Jadi, mesin dirawat secara intensif oleh operator tanpa bantuan petugas *maintenance* sehingga tingkat *breakdown* mesin akan menurun. Usulan yang diberikan dalam hal penerapan *autonomous maintenance* adalah sebagai berikut:

- Memberikan pelatihan kepada operator yang bertujuan agar operator mampu mendeteksi gejala-gejala kerusakan pada mesin dan mampu mengatasinya.
- Meningkatkan pengawasan di setiap bidang produksi.
- Mensosialisasikan pentingnya penerapan *Total Productive Maintenance* dalam perusahaan kepada seluruh karyawan.
- Membuat standar target kerja pada setiap karyawan, agar peningkatan kerja atau *continuous improvement* dapat tercapai secara nyata.

### **KESIMPULAN**

Berikut ini kesimpulan yang dapat diberikan :

- a. Total efektivitas dari Line Crankcase dapat dipengaruhi oleh:
  - *Availability* dari Line Crankcase adalah 82,35%, angka tersebut dibawah level *world class* ratio yaitu 90%. Peningkatan *availability* dapat dilakukan dengan menekan downtime, melakukan secara intensif *autonomous maintenance*.
  - *Performance Efficiency* dari Line Crankcase sebesar 97,20%, nilai ini dinyatakan sangat baik karena lebih dari standar dunia yaitu 95%. Hal ini dikarenakan perhitungan yang dilakukan merupakan data seluruh jam kerja pada Line Crankcase baik regular time maupun over time dan tanpa memperhitungkan jam istirahat.
  - *Quality Rate* dari proses produksi Crankcase sebesar 99,61% dimana telah mencapai level *world class* ratio yaitu 99%. Jadi untuk *quality rate* dapat dipertahankan sehingga mampu menghasilkan produk dengan level tinggi.
- b. Dari ketiga aspek *Availablity*, *Performance Efficiency* dan *Quality Rate* didapatkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebesar 79,80%. Nilai OEE ini dapat dikatakan pencapaian dengan tingkat wajar (*fairly typical level*) yaitu nilai OEE antara 60% sampai dengan 85% (*world class level*) dan terindikasi banyak ruang perbaikan yang harus dilakukan untuk mencapai tingkat perusahaan kelas dunia.
- c. Untuk tercapainya target produksi dan meningkatkan keefektifan Line Crankcase, maka berdasarkan analisa *autonomous maintenance*, terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan, yaitu:
  - Memberikan pelatihan kepada operator untuk mampu mendeteksi kerusakan mesin.
  - Meningkatkan pengawasan pada setiap bidang produksi.
  - Mensosialisasikan pentingnya penerapan TPM dan membuat standar target kerja setiap karyawan.

**PUSTAKA**

- Barlow, R., and L. Hunter. 1960. "Optimum Preventive Maintenance Policies," *Operations Research*. Edisi 8, No. 1, Hal. 90-100.
- Edword, Rakesh. 1996. *Manajemen Operasi*. Edisi 8. Jakarta : Salemba Empat.
- Jardine, A. K. S. 1973. *Maintenance, Replacement and Reliability*, Wiley, New York.
- Nakajima, Seichi, 1980, *Introduction to Total Productive Maintenance*, Productivity Press, USA
- Walpole, Ronald E. 1993. *Pengantar Statistika*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama

## ANALISIS WASTE PADA LANTAI PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Akiyumas Sahadewo<sup>1</sup>, Bambang Suhardi<sup>2</sup>, Pringgo Widyo Laksono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri Fak. Teknik Universitas Sebelas Maret

<sup>2,3</sup>Pusat Kajian dan Pengembangan Teknologi dan Kolaborasi Industri PKPTKI LPPM UNS

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Telp. 0271-632211, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>akiyumas@gmail.com, <sup>2</sup>bambangsuhardi\_ugm@yahoo.co.id, <sup>3</sup>pringgo@ft.uns.ac.id

### ABSTRAKS

Penelitian ini dilaksanakan di perusahaan furniture yang berorientasi pada sektor ekspor/ impor di Indonesia. Pada data perusahaan diperoleh tingkat pemenuhan ontime delivery perusahaan yang cukup rendah, hal tersebut diakibatkan oleh seringnya keterlambatan proses pembuatan produk yang dialami oleh lantai produksi. Untuk mengatasi keterlambatan tersebut perlu dilaksanakan studi mengenai kondisi produksi saat ini, sehingga permasalahan yang ada dapat muncul dan terselesaikan. Value Stream mapping merupakan tools yang dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan saat ini di lantai produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah memunculkan permasalahan yang ada di lantai produksi saat ini dengan menggunakan metode value stream mapping. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah adanya beberapa temuan permasalahan yang ada dilantai produksi, yaitu nilai takttime yang tidak seimbang, waste waiting operator, dan proses setup yang menghambat proses produksi.

**Kata Kunci :** *Ontime Delivery, Produksi, Value Stream Mapping, takttime, waste waiting, setup*

### PENDAHULUAN

Persaingan industri manufaktur yang mulai semakin ketat dan dengan ruang lingkup yang semakin luas menuntut setiap perusahaan mempunyai strategi untuk menjaga produknya dapat terkirim ke pelanggan secara tepat waktu dan dalam kondisi yang baik. Pelanggan cenderung akan berpindah dan mencari produsen atau supplier lain jika kepuasannya tidak dapat terpenuhi (Kaplan dan Norton, 1996). Salah Satu faktor yang sering mempengaruhi kepuasan pelanggan adalah *ontime delivery service quality* perusahaan (Juwandi dan Irawan, 2004). Peningkatan jumlah produksi merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan ontime delivery konsumen. Hal yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan cara mengurangi *waste* (Fanani dan Singgih, 2011). *Waste* adalah semua aktivitas yang tidak meningkatkan nilai tambah (non value added) pada proses produksi suatu produk yang dilihat dari sudut pandang konsumen (Womack dan Jones, 2003). *Waste* terbagi menjadi tujuh jenis yaitu produksi berlebih, menunggu, transportasi yang tidak efisien, proses yang tidak sesuai, inventori berlebih, gerakan yang berlebih, dan produk yang cacat (Liker, 2006). Pengurangan *waste* akan membantu perusahaan dalam mengurangi biaya – biaya dalam proses produksi, mengurangi jumlah *work in procces* (WIP) dan meningkatkan utilisasi sumber daya, sehingga produktivitas perusahaan akan meningkat (Woehrle dan Abou-Shady, 2003).

Metode yang terbukti ampuh dalam mengurangi *waste* adalah lean manufacturing (Muzakki, 2012). *Tools* yang termasuk dalam lean manufacturing adalah *value stream mapping* (VSM) (Wibisono, 2011), SMED (Refrizal dan Sudarmadji, 2011), kanban (Zagoel, dkk, 2009), standard kerja (Nurchahyo dan Hartono, 2012), kaizen (Parwati dan Sakti, 2012), 5S (Muchtari dan Noviyarsi, nd), dan heijunka (Aulia dan Rahmat, n.d). Metode VSM disebut sebagai salah satu metode yang menerapkan suatu gambaran visualisasi yang paling efisien dalam menggambarkan keadaan suatu sistem saat ini, dan mampu mengidentifikasi visi jangka panjang dan mampu mengembangkan rencana perusahaan untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan (Marksberry dan Hugesh, 2011 ; Allen, dkk, 2001).

*Value stream mapping* didefinisikan sebagai pemetaan semua aktivitas yang bernilai tambah, maupun tidak bernilai tambah yang diperlukan untuk proses produksi dari raw material sampai produk jadi (Rother dan Shook, 1999). VSM digunakan untuk melihat keseluruhan proses, tidak hanya pada satu sisi sudut pandang saja, VSM juga digunakan untuk melakukan perbaikan pada sistem yang sedang berjalan. Sehingga dapat dikatakan tujuan dari VSM adalah mengidentifikasi *waste* yang ada pada aliran produksi dan berusaha untuk mengeliminasi *waste* tersebut (Rother dan Shook, 1999). Penjelasan data

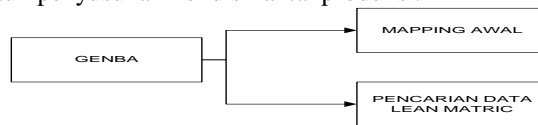


yang terdapat dilantai produksi akan ditampilkan pada lean matrix yang terdapat di bawah VSM. *Lean matrix* diperlukan untuk menjelaskan gambaran tentang *current statemapping* atau peta kondisi sekarang. *Current state mapping* adalah sebuah peta dasar dari keseluruhan proses yang ada dan semua usulan perbaikan akan muncul karenanya (Liker, 2006).

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu industri furniture yang berada di Indonesia. Perusahaan ini berorientasi pada sektor ekspor/impor dimana daerah pesaran meliputi Yunani, Jerman, dan Denmark. Kasus yang dialami oleh perusahaan adalah terjadinya keterlambatan pemenuhan pesanan pelanggan, dengan rata-rata penyelesaian sebesar 58%. Berdasarkan studi lapangan diketahui bahwa terdapat masalah yang dialami oleh rantai produksi, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk memperoleh masalah yang dihadapi di rantai produksi dan menyelesaikan permasalahan tersebut. Oleh sebab itu digunakan metode *value stream mapping* untuk memetakan masalah yang dihadapi.

## METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan genba atau penelitian langsung turun ke rantai produksi. Genba perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi rantai produksi secara langsung dan untuk memperoleh data – data produksi yang dibutuhkan untuk penyusunan kondisi rantai produksi.



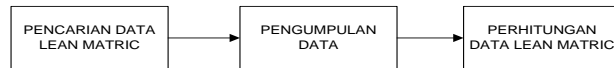
Gambar 1. Proses Awal Genba

Pada proses genba tujuan dilaksankannya adalah untuk mapping awal proses produksi sehingga proses produksi berupa data stasiun yang ada, jumlah tenaga kerja, dan proses apa yang dilakukan dapat teridentifikasi. Genba juga dilaksanakan untuk mengetahui data-data *lean matrix* diantaranya berupa *cycle time*, *leadtime*, dan waktu setup.



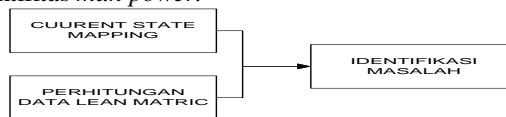
Gambar 2. Proses Mapping Awal

Setelah melakukan proses mapping awal, dilaksanakan pengumpulan data mengenai rantai produksi berupa data-data stasiun, *work in procces* (WIP) yang ada dan keterkaitan antar proses. Setelah pengumpulan data, dilaksanakan pembuatan *current statemapping* sebagai gambaran pada proses produksi saat ini.



Gambar 3. Proses Lean matrix

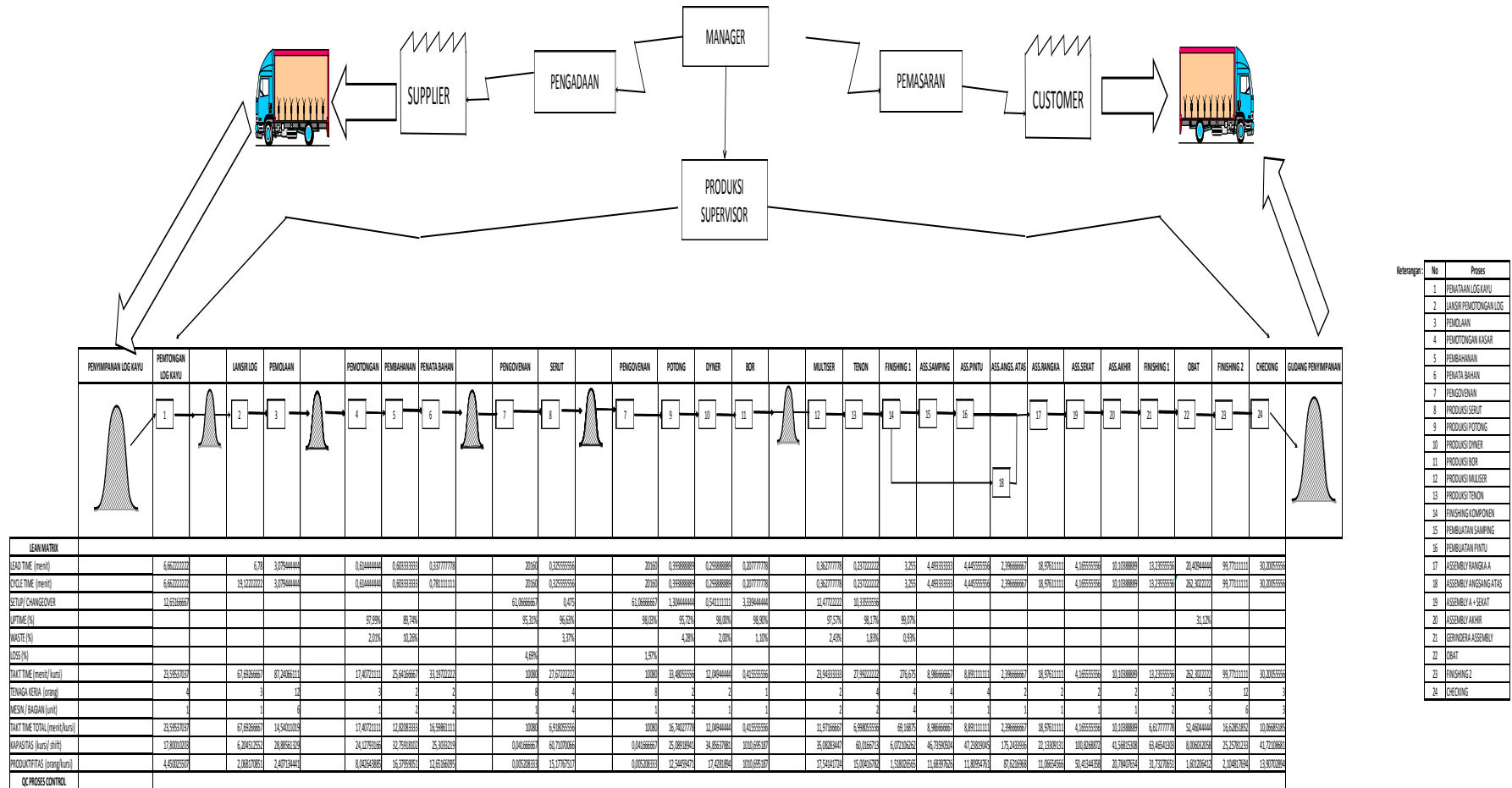
Setelah menetapkan data yang akan menjadi acuan pada tabel *lean matrix*, dilaksanakan proses pengumpulan data pada rantai produksi berupa *cycletime*, *leadtime*, jumlah manpower dan waktu setup. Setelah memperoleh data-data tersebut proses selanjutnya adalah menghitung nilai OEE, *takttime*, *waste* produksi, *yield*, *loss* dan produktifitas *man power*.



Gambar 4. Proses Idenifikasi Masalah

Masalah pada rantai produksi akan terlihat setelah proses pembuatan *current state mapping* dengan memperhatikan *lean matrix* yang telah dibuat. Pada proses ini didapat masalah yang ada pada rantai produksi adalah perbedaan nilai *takttime* total dari masing-masing proses dan adanya waktu mengganggu yang ditunjukkan pada *cycletime* dan *leadtime* proses.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**



Gambar 5. Current state Value stream mapping

**a). *Current State Value stream mapping dan Lean matrix***

Gambar 5 menunjukkan *current state value stream mapping* yang telah dibuat berdasarkan pada data yang diperoleh. Pada *current state value stream mapping* yang dibuat sudah memuat perhitungan dari *lean matrix*. Gambar 5 menunjukkan bahwa pada proses lansir logkayu memiliki *takttime* total sebesar 67,92 menit. Nilai tersebut terpaut jauh dengan nilai sebelumnya yaitu proses pemotongan logkayu sebesar 23,59 menit, perbedaan tersebut mengakibatkan adanya penumpukan pada proses sebelum lansir logkayu. Perbedaan juga terjadi pada proses pemolaan dengan nilai *takttime* 14,54 dan mengakibatkan proses menganggur menunggu proses sebelumnya pada operator pemolaan.

Pada Gambar 5. Perbedaan nilai *takttime* proses cukup besar juga terjadi pada proses serut, potong, dyner, bor, multiser dan tenon. Perbedaan nilai tersebut akan membuat penumpukan atau WIP proses dan waktu menunggu proses yang berbeda dengan fluktuatif waktu 6-16 menit. Sedangkan pada proses pengobatan dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang sangat besar antara *cycletime* dan *leadtime* pada proses pengobatan, perbedaan tersebut mengidentifikasi bahwa pada proses pengobatan hanya memerlukan waktu proses sebesar 20,40 menit dan perulangan terjadi pada 262,30 menit, sehingga ada waktu menganggur sebesar 240 menit dengan efisiensi kerja operator yang tidak maksimal.

Gambar 5 juga menunjukkan besarnya waktu setup produksi pada proses pembuatan komponen, dimana proses setup mesin yang cukup lama pada proses pemotongan logkayu (12,651 menit), multiser (12,47 menit), dan tenon (10,33 menit) dengan frekuensi yang banyak dalam satu hari kerja juga mengakibatkan seringnya keterlambatan pembuatan komponen produk.

**b). *Analisis Waste***

*Current state value stream mapping* pada Gambar 5 dapat dilihat beberapa masalah yang ada yaitu adanya WIP dan waktu menganggur menunggu proses yang diakibatkan nilai *takttime* yang tidak seimbang, nilai efisiensi kerja operator pengobatan yang tidak maksimal dan besarnya nilai setup mesin. Hal tersebut tentu saja mengakibatkan beberapa *waste*, yaitu : *waste waiting*, *over motion*, dan proses kerja yang tidak sesuai.

**c). *Analisis Kebutuhan / Improvement***

Improvement yang dapat dilaksanakan untuk mengurangi *waste* tersebut telah dibahas dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, antara lain yaitu penelitian mengenai line balancing dengan memperhatikan pace maker dari line production (Triyono dan Rosyidi, 2014). Tujuan metode tersebut adalah menemukan jumlah mesin yang sesuai pada proses packing agar dapat mengurangi penumpukan jumlah WIP. Output dari penelitian tersebut adalah rekomendasi jumlah mesin packing untuk mengurangi tingkat WIP proses packing produk. Penerapan line balancing tersebut akan dapat mengurangi *waste waiting* dan *product defect* pada sistem.

Improvement yang dapat dilakukan untuk mengurangi *waste waiting* operator dapat menggunakan metode perbaikan standard kerja dan yamazumi chart (Widjaja dan Rahardjo, 2013). Tujuan menggunakan metode tersebut adalah perbaikan sistem kerja operator agar produktivitas tenaga kerja meningkat dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti pengaturan waktu produksi, jumlah sumber daya man power yang dibutuhkan, instruksi kerja dan beberapa faktor yang berhubungan dengan proses produksi. Output dari penelitian tersebut adalah rekomendasi perbaikan standard kerja baru dan peningkatan produktivitas sebesar 65,43%. Penelitian lain mengenai standard kerja juga menghasilkan efisiensi operator proses kerja yang maksimal dan mengurangi elemen kegiatan yang tidak menghasilkan nilai tambah (Nurchahyo dan Hartono, 2012).

Improvement yang dapat dilakukan pada proses setup mesin dapat menggunakan metode Single Minute Exchange of Die (SMED) yang dapat mereduksi waktu setup atau changeover produk (Refrizal dan Sudarmadji, 2011), dengan pengurangan waktu setup atau changeover tersebut perusahaan akan mampu meningkatkan sektor finansial perusahaan dengan mengurangi operator (Arvianto dan Rheza, 2011) atau dengan meningkatkan jumlah produksi produk (Satwikaningrum, 2006).

**KESIMPULAN**

Penelitian ini telah mampu mengidentifikasi permasalahan yang ada pada rantai produksi dengan menggunakan metode *value stream mapping*. Penelitian ini menemukan tiga permasalahan yang terjadi yaitu nilai *takttime* yang tidak seimbang, adanya waktu menunggu operator serta proses setup atau changeover produk tinggi.

## PUSTAKA

- Kaplan, R.S dan Norton, P.N. (1996). *Translating Strategy Into Action The Balanced Scorecard*. USA: Harvard Business School Press.
- Juwandi dan Irawan, H. (2004). *Kepuasan Pelayanan Jasa*. Jakarta : Erlangga.
- Fanani, Z dan Singgih, L. (2011). *Implementasi Lean Manufacturing Untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT. Ekamas Fortuna Malang)*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII Program Studi MMT-ITS, Surabaya 5 Pebruari 2011
- Womack, J dan Jones, D. (2003). *Lean Thingking: Banis Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Edition revised and updated. NY : Free Press.
- Liker, J.K. (2006). *The Toyota Way : 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia*. Jakarta : Erlangga
- Woehrle, S.L dan Abou-shady, L. (2010). *Using Dynamic Value stream mapping and Lean Accounting Box Scores To Support Lean Implementation*. American Journal of Business Edication. Volume 3, number 8. USA
- Muzakki, M.M. (2012). *Perancangan Sistem Produksi Untuk Mencapai Kondisi Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value stream mapping Pada Sektor Industri Susu Balita*. Depok. Universitas Indonesia
- Wibisono, H. (2011). *Perancangan Lean Process Menggunakan Value stream mapping dan Detail Process Charting pada Perusahaan Auto Komponen Lapis Kedua di Indonesia*. Depok. Universitas Indonesia
- Refrizal dan Sudarmadji, H. (2011). *Aplikasi Metoda SMED untuk Perbaikan Waktu Proses Ganti Model (Changeover Time) dan Waktu Penyetelan (Setup Time)*. MeTriK Polban Volume 5 No.2. Indonesia
- Zagoel, T.Y.M, Dyah. A.H.P, dan Ardi, R. (2009). *Simulasi Perbandingan Efek Penerapan Metode Kanban dan ConWIP Pada Manufaktur*. Yogyakarta : TEKNOSIM 2009
- Nurcahyo, I.D dan Hartono, G. (2012). *Optimalisasi Beban Kerja dan Standarisasi Elemen Kerja untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Finishing Part Outer Door di PT. TMMIN*. INASEA volume 13 No.2. Indonesia
- Parwati, C.I dan Sakti, R.M. (2012). *Pengendalian Kualitas Produk Cacat Dengan Pendekatan Kaizen dan Analisis Masalah Dengan Seven Tools*. Yogyakarta : SNAST Periode III
- Muchtiar, Y dan Noviyarsi. (n.d). *Implementasi Metode 5S Pada Lean Six Sigma dalam proses Pembuatan Mur Baut Versing*. Padang
- Aulia, F, Rahmat, H. (n.d). *Analisis Penggunaan Heijunka Sebagai Tools Just In Time Studi Kasus di PT. Pakoaktuna Karawan*. Karawang
- Marksberry, P dan Hughes, S. (2011). *The Role of The Executive in Lean : a Qualitative Thesis based on The Toyota Production System*. International Journal of Lean Thinking Volume 2, Issue 2
- Allen, J, Robinson, C, dan Steward, D. (2001). *Lean Manufacturing, a Plant Floor Guide*. Total Systems Development, INC.: 360-373.
- Rother, M dan Shook, J. (1999). *Learning to See, Value stream mapping to Create Value and Eliminate Muda (foreword by Jim Womack and Dan Jones)*, Version 1.2: 9 -19
- Triyono, H dan Rosyidi, C.N (2014). *Analisis Kebutuhan Mesin Weighing Untuk Mengurangi Work In Process Menggunakan Metode Value Stream Mapping (studi kasus : lini 7 factory b PT.Garudafood Putra Putri Jaya)*. Surakarta. Procceding : IDEC UNS
- Widjaja, W.A dan Rahardjo, J. (2013). *Peningkatan Produktivitas Tenaga Kerja Area Produksi Assy Air Cleaner di PT. Astra Otoparts Divisi Adiwira Plastik*. Jurnal Tirta, Volume 1 No.2 Page 81 -88.
- Nurcahyo, I.D. dan Hartono, G. (2012). *Optimalisasi Beban Kerja dan Standarisasi Elemen Kerja untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Finishing Part Outer Door di PT. TMMIN*. INASEA volume 13 No.2. Indonesia
- Refrizal dan Sudarmadji, H. (2011). *Aplikasi Metoda SMED untuk Perbaikan Waktu Proses Ganti Model (Changeover Time) dan Waktu Penyetelan (Setup Time)*. MeTriK Polban Volume 5 No.2. Indonesia
- Arvianto, A dan Rheza. (2011). *Usulan Perbaikan Operation Point Sheet Pada Mesin Feeder AIDA 1100 PT. XXX dengan Menggunakan Metode SMED*. Semarang. JATI Universitas Diponegoro Volume VI No.2 Semarang
- Satwikaningrum, D. (2006). *Perbaikan Waktu Setup dengan Menggunakan Metode SMED (Studi Kasus PT.Naga Bhuana Aneka Piranti)*. Surakarta. Universitas Sebelas Maret (UNS).

**BENCHMARKING KUALITAS PELAYANAN PADA UNIT BENGKEL  
RESMI YAMAHA DENGAN MENGGUNAKAN METODE DATA  
ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)  
(Studi Kasus Pelanggan Wilayah Kodya Semarang)**

**Fanie Yulistiarini<sup>1</sup>, Aries Susanty<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: fanieyulistiarini@gmail.com<sup>1</sup>; ariessusanty@gmail.com<sup>2</sup>

**ABSTRAKS**

Kualitas pelayanan merupakan penentu kinerja bisnis suatu industri jasa. Dengan kualitas pelayanan yang baik suatu perusahaan dapat mempertahankan pelanggan serta mudah untuk mendapatkan pelanggan baru. Begitu juga dengan Bengkel Resmi Yamaha yang diharapkan dapat memberikan kualitas pelayanan yang terbaik kepada semua pelanggannya. Untuk mengetahui seberapa baik pelayanan yang diberikan oleh setiap unit Bengkel Resmi Yamaha yang berada pada wilayah Kodya Semarang perlu dilakukan pengukuran kualitas pelayanan untuk setiap unitnya. Penelitian dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada 230 responden yang melakukan perbaikan di Bengkel Resmi Yamaha untuk wilayah Kodya Semarang. Jumlah Bengkel Resmi Yamaha yang akan dijadikan objek penelitian sebanyak 23 unit. Pengukuran kualitas pelayanan akan dilakukan dengan menggabungkan kelima nilai dimensi SERVPERF menjadi ukuran tunggal kualitas pelayanan dengan metode Data Envelopment Analysis (DEA). Berdasarkan hasil perhitungan, terdapat enam bengkel yang memiliki kualitas pelayanan yang dinilai efisien oleh pelanggan yaitu Bengkel Mataram Sakti Setiabudi, Bengkel Mataram Sakti Soegiyopranoto, Bengkel Mataram Sakti Thamrin, Bengkel Sentral Motor, Bengkel Yamaha Agung Motor Pedurungan, dan Bengkel Yamaha Flagship Shop Semarang. Metode DEA pada penelitian ini memiliki peran dalam menentukan acuan benchmarking untuk bengkel yang belum efisien sehingga diharapkan untuk setiap unit Bengkel Resmi Yamaha yang berada di wilayah Kodya Semarang dapat meningkatkan kualitas pelayanannya.

**Kata Kunci:** Kualitas pelayanan, Data Envelopment Analysis (DEA), Benchmarking

**PENDAHULUAN**

Kualitas pelayanan secara konsisten menjadi inti penelitian pada industri jasa. Kualitas pelayanan ini diakui sebagai penentu kinerja bisnis dan strategi dalam memenangkan persaingan yang kompetitif (Gale, 1994). Pengukuran kualitas pelayanan perlu dilakukan dalam menentukan kinerja suatu perusahaan. Menurut penelitian, kualitas pelayanan yang baik dapat membuat seorang pelanggan puas akan jasa atau produk yang diterima. Penelitian juga memperlihatkan bahwa kualitas pelayanan adalah startegi untuk mempertahankan pelanggan serta menambah pelanggan yang baru. Memberikan pelayanan yang berkualitas merupakan hal penting bagi perusahaan jika ingin meningkatkan pangsa pasar dan pendapatannya (Andronikidis, 2009).

Pentingnya menjaga kualitas pelayanan dalam industri jasa, membuat Indonesia memiliki penghargaan dalam hal kualitas pelayanan yang pada setiap tahunnya memberikan penghargaan kepada beberapa jenis kategori merek yang berada di Indonesia. Penghargaan kualitas pelayanan tersebut disebut dengan *Service Quality Award* (SQA). Salah satu jenis pelayanan yang diberikan penghargaan adalah pelayanan bengkel resmi sepeda motor. Oleh sebab itu pada setiap tahunnya produsen sepeda motor di Indonesia berlomba – lomba untuk mendapatkan penghargaan terbaik untuk kualitas pelayanan bengkel resminya. Hasil yang ditunjukkan pada tahun 2013, merk Honda sudah dapat mencapai penghargaan tertinggi yaitu diamond untuk bengkel resminya, sedangkan untuk merk Yamaha masih berada pada tingkat dibawahnya yaitu gold. Penghargaan Diamond menunjukkan bahwa kualitas pelayanan Bengkel Resmi Honda memiliki nilai *Service Quality Index* (SQI) di atas 4.000 dan di atas rata-rata industrinya, sedangkan untuk kategori Golden didapatkan ketika perusahaan dapat mencapai nilai *Service Quality Index* (SQI) di atas 3.500 dan diatas rata-rata industrinya (Kurniawan, 2013). Untuk melihat keadaan yang sebenarnya pada beberapa Bengkel Resmi Yamaha yang berada di Kodya Semarang dilakukan survey pendahuluan kepada 30 responden yang merupakan pemilik sepeda motor Yamaha yang pernah merasakan pelayanan perbaikan langsung pada Bengkel Resmi Yamaha. Berdasarkan hasil kuesioner, terdapat 3 unit Bengkel Resmi Yamaha yang dinilai yaitu Bengkel Pemuda, Banyumanik, dan Setiabudi

yang diamati. Dari ketiga bengkel, Bengkel Yamaha Pemuda mendapatkan penilaian yang baik oleh pelanggan jika dibandingkan dengan Bengkel Yamaha Banyumanik dan Bengkel Yamaha Setiabudi. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa masih terdapat beberapa bengkel yang memiliki penilaian yang kurang baik dimata pelanggan. Sehingga perlu dilakukan pengukuran kualitas pelayanan untuk setiap unit Bengkel Resmi Yamaha yang berada di Kodya Semarang, serta untuk unit Bengkel Resmi Yamaha yang masih memiliki penilaian kurang baik jika dibandingkan bengkel lainnya akan diberikan pedoman untuk melakukan *benchmarking*.

Pengukuran kualitas pelayanan serta penentuan pedoman benchmarking untuk masing – masing unit servis dapat dilakukan dengan pendekatan SERVPERF dan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Pada penelitian ini DEA dapat digunakan sebagai alat MCDM, karena DEA mampu menggabungkan kelima ukuran dimensi SERVPERF menjadi ukuran tunggal kualitas pelayanan secara keseluruhan. Hasil DEA tidak hanya berupa nilai *overall efficiency* untuk kualitas tiap unit pelayanan, tetapi juga memberikan pedoman *benchmarking* untuk setiap bengkel yang tidak efisien. Pada penelitian ini Metode SERVPERF akan diintegrasikan dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) yang akan digunakan untuk mengukur serta membandingkan (*benchmarking*) kualitas pelayanan tiap unit servis (Lee dan Kim, 2014).

Penelitian ini akan berfokus pada wilayah Kodya Semarang karena merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah yang juga merupakan salah satu daerah dengan populasi sepeda motor terbesar di Indonesia. Bengkel Resmi Yamaha yang berada di wilayah Kodya Semarang sendiri terdapat 23 unit. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penilaian pelanggan akan kinerja pelayanan pada setiap unit Bengkel Resmi Yamaha yang berada di wilayah Kodya Semarang serta mengetahui pedoman *benchmarking* serta seberapa besar perbaikan yang perlu dilakukan oleh tiap unit Bengkel Resmi Yamaha yang berada di wilayah Kodya Semarang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Service Performance* (SERVPERF)

*Service performance* adalah penilaian menyeluruh konsumen terhadap hasil pelayanan yang dirasakan saat menerima pelayanan dari penyedia jasa. SERVPERF dikembangkan oleh Cronin dan Taylor pada tahun 1992. Kedua peneliti ini merasa model SERVQUAL yang dikembangkan oleh Parasuraman dkk (1985) kurang memadai untuk mengukur kualitas pelayanan. Model SERVQUAL didasarkan pada Teori Gap atau perbedaan antara harapan dan persepsi pelanggan. Perbedaan tersebut kemudian dianggap sebagai kualitas pelayanan. Namun, hanya ada sedikit bukti empiris maupun teoritis yang mendukung fakta bahwa kesenjangan antara harapan dan kinerja dari suatu perusahaan adalah dasar dalam mengukur kualitas layanan (Carmen, 1990) dalam Cipolat (2010). Oleh karena itu, Cronin dan Taylor (1992) mengembangkan SERVPERF untuk mengukur kualitas pelayanan. SERVPERF dihitung berdasarkan persepsi pelanggan akan kinerja penyedia pelayanan. Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

$$SQ = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1)$$

Dimana SQ,  $P_i$ , dan  $n$  berturut – turut merupakan *service delivered*, *perception for the  $i^{th}$  item*, *the number of items*.

### *Data Envelopment Analysis* (DEA)

*Data Envelopment Analysis* (DEA) merupakan pendekatan non-parametrik yang tidak memerlukan asumsi akan bentuk fungsional dari fungsi produksinya dan informasi teoritis akan pentingnya input dan output. DEA merupakan model progama linier yang digunakan untuk mengukur efisiensi relatif dari *Decision Making Units* (DMU) dengan beberapa input dan output (Cooper, Selford, & Tone, 2000). Efisiensi relatif diukur dari setiap DMU dengan memperkirakan ratio bobot output terhadap bobot input, serta membandingkannya dengan DMU lainnya. DEA memungkinkan setiap DMU untuk memilih bobot input dan bobot output yang memaksimalkan efisiensinya. DMU yang mencapai nilai efisiensi sebesar 100% dianggap efisien, sedangkan untuk DMU yang memiliki nilai efisiensi kurang dari 100% dianggap tidak efisien. Untuk setiap DMU yang tidak efisien, DEA mengidentifikasi satu *reference set* yang terdiri dari beberapa DMU yang efisien untuk menjadi tolok ukur dalam perbaikan. DEA juga dapat menentukan seberapa besar jumlah yang harus ditingkatkan oleh setiap input dan output agar menjadi DMU yang efisien (Lee & Kim, 2014).

Model DEA pertama kali diusulkan oleh Charnes, Cooper, dan Rhodes (1978) adalah model CCR, yang mengasumsikan adanya *Constant Return to Scale* (CRS). Banker, Charnes, and Cooper (1984) memperluas model CCR ke dalam model BCC untuk kasus *Variable Returns to Scale* (VRS). Model

DEA juga dibedakan berdasarkan tujuan yaitu memaksimalkan output (*output – oriented*) atau meminimalkan input (*input – oriented*). Pada penelitian ini model BCC berorientasi output digunakan. Berikut adalah bentuk formulasi model BCC tersebut:

$$\max h_0 \quad (2)$$

$$\text{s.t } X\lambda \leq x_0 \quad (3)$$

$$h_0 y_0 - Y\lambda \leq 0 \quad (4)$$

$$\sum \lambda = 1 \quad (5)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (6)$$

Dimana  $X$  adalah *the matrix of input vectors*,  $Y$  adalah *the matrix of output vectors*,  $(x_0, y_0)$  adalah DMU yang diukur, dan  $\lambda$  adalah *the vector of intensity variables*.

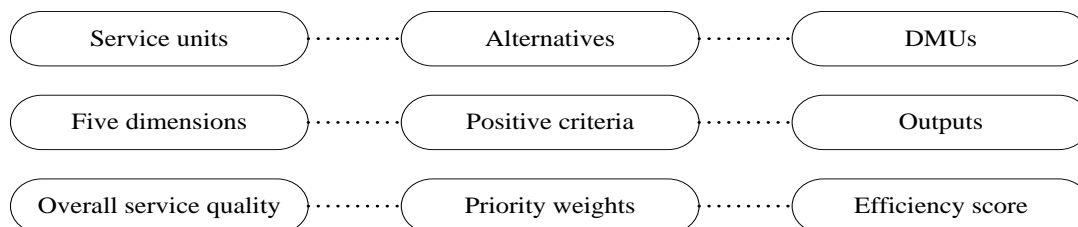
**Pendekatan DEA – SERVPERF untuk benchmarking kualitas pelayanan**

SERVPERF digunakan dalam mengukur kualitas pelayanan secara menyeluruh dari suatu unit pelayanan. SERVPERF juga dapat digunakan untuk *benchmarking* kualitas pelayanan dari beberapa unit. *Benchmarking* dapat didefinisikan sebagai sebuah proses yang secara sistematis terus – menerus dalam melakukan evaluasi akan produk, jasa, dan proses kerja suatu organisasi yang diakui menjadi praktik terbaik dalam mencapai tujuan perbaikan organisasi (Spendolini, 1992). Secara umum, *benchmarking* terdiri dari tiga langkah yaitu mengidentifikasi pemain terbaik, menetapkan tujuan *benchmarking*, implementasi. Namun, dengan penerapan SERVPERF langkah ketiga *benchmarking* tidak dapat dilakukan.

Pada langkah pertama, SERVPERF akan memberikan sedikit panduan dalam *benchmarking*. Suatu unit dengan nilai tertinggi mungkin akan dianggap sebagai yang terbaik, tetapi tidak masuk akal apabila semua unit lain mengikuti unit terbaik tersebut. Hal ini dikarenakan kemungkinan adanya perbedaan atas manajerial dan lingkungan masing – masing unit. Setiap unit akan memiliki satu set unit yang akan menjadi panutan dalam melakukan perbaikan (Donthu, dkk. 2005). Pada kasus ini, DEA dapat digunakan untuk menetapkan satu set unit efisien yang memiliki persamaan input dan output pada masing – masing DMU yang tidak efisien.

Setelah menentukan target untuk *benchmarking*, tujuan untuk meningkatkan seberapa besar kualitas pelayanan dapat berubah harus ditentukan. Tujuan *benchmarking* harus terukur, dapat dicapai, dan dapat ditindaklanjuti (Spendolini, 1992). Penetapan pemain terbaik pada kualitas pelayanan secara keseluruhan sebagai tujuan, kemungkinan tidak dapat ditindaklanjuti, karena unit yang memiliki kualitas pelayanan keseluruhan yang lebih rendah mungkin masih mengungguli pemain terbaik pada beberapa dari lima dimensi. Oleh sebab itu, pendekatan dengan DEA dilakukan. DEA tidak hanya dapat mengidentifikasi *reference set* sebagai tolok ukur untuk perbaikan, tetapi juga dapat menentukan seberapa besar jumlah perbaikan yang diperlukan. Satu *reference set* yang ditentukan untuk DMU yang tidak efisien dapat terdiri dari satu atau lebih DMU yang efisien (Lee & Kim, 2014).

Pengukuran kualitas pelayanan secara keseluruhan dengan menggunakan SERVPERF dapat dilihat sebagai masalah MCDM dimana kelima dimensi akan menjadi ukuran kinerja dalam hal kualitas pelayanan. DEA mampu untuk untuk mengagregatkan nilai dari kelima dimensi SERVPERF menjadi ukuran tunggal kualitas pelayanan secara keseluruhan. Gambar 2.1 menunjukkan korespondensi antara SERVPERF dan DEA (Lee & Kim, 2014).



Gambar 1. Hubungan SERVPERF dan DEA

**Software SIAD**

SIAD (dalam versi Portugis dan ISYDS dalam versi Inggris) diimplementasikan untuk Windows dengan Delphi 7.0. *Software* ini mampu mengolah 150 *Decision Making Unit* (DMU), 20 variabel (*input* dan *output*), dan bekerja dengan akurasi enam desimal. Walaupun untuk penelitian lain 150 unit itu tergolong jumlah yang kecil, tetapi dalam aplikasi metode *Data Envelopment Analysis* jumlah tersebut

mampu mencakup situasi skala besar. Dalam pengoperasian SIAD, pengguna dapat memilih model yang digunakan (CCR atau BCC) dan orientasi perhitungan (*input* dan *output*) (Meza dkk, 2003).

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan sebelumnya membentuk kuesioner yang berasal dari kelima dimensi SERVPERF, untuk kemudian dari kelima dimensi tersebut akan mengandung beberapa indikator dan nantinya akan menjadi beberapa item pertanyaan yang digunakan dalam penelitian. Penelitian menggunakan kuesioner berskala likert dengan lima pilihan jawaban. Untuk penjabaran pertanyaan – pertanyaan yang akan diajukan pada responden dapat dilihat pada Lampiran 1.

Kuesioner yang telah dilakukan uji validitas dan reliabilitas kemudian akan diberikan kepada responden sejumlah sampel. Sampel dipilih dengan alasan keterbatasan waktu dan biaya yang dimiliki peneliti. Adapun teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan jumlah sampel yang dihitung sebanyak 230 responden. Jumlah tersebut akan dibagi rata untuk setiap bengkel resmi Yamaha yang berada di Wilayah Kodya Semarang dengan jumlah keseluruhan bengkel sebanyak 23 unit.

### HASIL

Hasil pengumpulan kuesioner yang sebelumnya telah dibagikan kepada 230 responden akan dikelompokkan sesuai dengan unit bengkel masing – masing. Total unit Bengkel Resmi Yamaha yang berada di Kodya Semarang sebanyak 23 unit akan menjadi *Decision Making Unit* (DMU) pada metode DEA. Perhitungan DEA dilakukan berdasarkan pure output model, dengan kelima dimensi SERVPERF menjadi output. Dalam perhitungan digunakan nilai input konstan sebesar satu yang diberikan pada setiap DMU. Untuk penjabaran rumus (2) – (6) dapat dilihat pada Lampiran 2. Berikut ini akan diberikan hasil perhitungan metode DEA dengan menggunakan *Software* SIAD:

**Tabel 1. Data dan Hasil Perhitungan DEA**

DMU	<i>Tangibles</i>	<i>Reliability</i>	<i>Responsiveness</i>	<i>Assurance</i>	<i>Empathy</i>	Nilai Efisiensi	<i>Reference Group</i>
DMU1	3,536	3,563	3,733	4,043	3,600	0,976	15
DMU2	3,814	3,575	3,717	3,871	3,740	0,963	10, 15, 22, 23
DMU3	3,636	3,763	3,600	3,843	3,840	0,979	22, 23
DMU4	3,636	3,500	3,500	3,757	3,580	0,926	10, 11, 15, 23
DMU5	3,307	3,438	3,583	3,614	3,340	0,897	15, 22, 23
DMU6	3,279	3,275	3,250	3,686	3,500	0,890	15
DMU7	3,729	3,375	3,700	3,714	3,460	0,946	15, 23
DMU8	3,764	3,288	3,433	3,700	3,580	0,941	9, 10
DMU9	4,000	3,563	3,617	3,700	3,320	1,000	-
DMU10	4,000	3,538	3,783	4,000	3,940	1,000	-
DMU11	3,864	3,838	3,867	3,957	4,120	1,000	-
DMU12	3,671	3,663	3,667	3,614	3,660	0,952	22, 23
DMU13	3,293	3,625	3,483	3,571	3,560	0,942	22, 23
DMU14	3,743	3,700	3,833	3,900	3,860	0,968	10, 15, 22, 23
DMU15	3,857	3,700	4,017	4,143	3,940	1,000	-
DMU16	3,750	3,600	3,750	3,929	3,620	0,959	15, 23
DMU17	3,771	3,763	3,717	3,986	3,480	0,984	15, 23
DMU18	3,857	3,788	3,750	3,814	3,980	0,989	10, 11, 23
DMU19	3,600	3,325	3,433	3,743	3,560	0,917	10, 15, 23
DMU20	3,429	3,463	3,650	3,629	3,480	0,909	15, 22
DMU21	3,843	3,550	3,767	3,943	3,880	0,977	10, 11, 15, 22



DMU22	3,786	3,838	4,017	4,071	4,160	1,000	-
DMU23	3,993	3,850	3,850	4,029	3,740	1,000	-

Berdasarkan perhitungan DEA menggunakan *Software* SIAD seperti yang tertera pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa terdapat enam dari jumlah 23 DMU yang dapat dikatakan efisien. DEA akan memberikan pedoman *benchmarking* untuk DMU yang tidak efisien dengan melihat bobot yang dimiliki oleh setiap DMU yang efisien sehingga dapat terbentuk suatu *reference group*. Bobot *benchmark* dapat dilihat pada Lampiran 3. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan yang diperlukan untuk masing – masing DMU. Sebagai contoh untuk DMU 2 dengan nilai efisiensi sebesar 0,963, memiliki acuan *benchmark* yaitu DMU 10(0,389), DMU 15(0,105), DMU 22(0,105), dan DMU 23(0,401). Menggabungkan keempat DMU sebagai *reference group* dengan bobot *benchmark* akan membentuk *improvement target* untuk masing – masing dimensi SERVPERF dari DMU 2. Berikut ini akan diberikan hasil perhitungan *benchmarking* untuk DMU 2:

**Tabel 2. Perhitungan *Benchmarking* untuk DMU 2**

	<b>Bobot</b>	<b>Tangibles</b>	<b>Reliability</b>	<b>Responsiveness</b>	<b>Assurance</b>	<b>Empathy</b>
<b>Actual</b>						
DMU 2		3,814	3,575	3,717	3,871	3,740
<b>Target</b>						
DMU 10	0,389	4,000	3,538	3,783	4,000	3,940
DMU 15	0,105	3,857	3,700	4,017	4,143	3,940
DMU 22	0,105	3,849	3,861	4,037	4,079	4,156
DMU 23	0,401	3,993	3,850	3,850	4,029	3,740
<b>Benchmarking</b>						
<i>Improvement Target</i>		3,966	3,714	3,861	4,035	3,882
DMU 2		3,814	3,575	3,717	3,871	3,740
<i>Improvement Required</i>		0,152	0,139	0,145	0,163	0,142

Sebagai contoh, nilai *improvement target* pada dimensi *tangibles* untuk DMU 2 sebesar 3,966 dengan nilai aktual dimensi *tangibles* yang dimiliki DMU 2 sebesar 3,814. Sehingga besarnya peningkatan untuk dimensi *tangibles* pada DMU 2 yaitu 0,152 jika dibandingkan dengan *reference group* dari DMU 2 yaitu DMU 10, DMU 15, DMU 22, dan DMU 23. Perhitungan nilai *improvement target* sebesar 3,966 dan *improvement required* sebesar 0,152 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Improvement Target} &= (4 \times 0,389) + (3,857 \times 0,105) + (3,849 \times 0,105) + (3,933 \times 0,401) \\ &= 3,966 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Improvement Required} &= 3,966 - 3,814 \\ &= 0,152 \end{aligned}$$

## PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini metode perhitungan SERVPERF yang dipilih dengan menggunakan *dimension-by-dimension analysis*, karena kelima dimensi SERVPERF akan menjadi output dari metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Perhitungan SERVPERF dimulai dengan menghitung hasil kuesioner dari setiap pelanggan Bengkel Resmi Yamaha, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan berdasarkan masing – masing unit Bengkel Resmi Yamaha. Setelah mendapatkan nilai dari setiap dimensi SERVPERF yaitu *Tangibles*, *Reliability*, *Responsiveness*, *Assurance*, dan *Empathy* untuk setiap Bengkel Resmi Yamaha, maka nilai – nilai tersebut yang akan menjadi output dari Metode DEA. Untuk hasil perhitungan SERVPERF dari masing – masing Bengkel Resmi Yamaha dapat dilihat pada Tabel 1.

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai efisiensi berdasarkan Metode DEA dengan menggunakan *Software* SIAD. Model DEA yang dipilih adalah *BCC – Output Oriented* dengan jenis *pure output model without input*. Seperti yang sudah terdapat pada pembahasan sebelumnya, nilai output didapatkan dari hasil perhitungan SERVPERF untuk tiap dimensinya yaitu dimensi *Tangibles*, *Reliability*,

*Responsiveness, Assurance, dan Empathy*. Sedangkan untuk nilai input sebesar satu, nilai tersebut merupakan level terendah dari skala pengukuran yang digunakan (Lovell and Pastor, 1999).

Penentuan unit bengkel yang dapat dikatakan efisien dengan melihat nilai efisiensi pada setiap bengkel. Apabila nilai efisiensi sebesar satu, maka bengkel tersebut dapat dikatakan efisien. Sedangkan untuk nilai efisiensi kurang dari satu maka bengkel tersebut merupakan bengkel yang tidak efisien. Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa terdapat enam unit bengkel yang dapat dikategorikan sebagai bengkel yang efisien dari sudut pandang pelanggan. keenam unit bengkel tersebut adalah Mataram Sakti Setia Budi, Mataram Sakti Soegiyopranoto, Mataram Sakti Thamrin, Sentral Motor, Yamaha Agung Motor Pedurungan, dan Yamaha Flagship Shop Semarang. nilai efisiensi tersebut menunjukkan kualitas pelayanan keseluruhan pada setiap unit bengkel.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini metode DEA digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas pelayanan untuk keseluruhan Bengkel Resmi Yamaha yang berada di Wilayah Kodya Semarang. Hasil menunjukkan bahwa terdapat enam bengkel yang memiliki penilaian baik jika dibandingkan dengan bengkel lainnya. Metode DEA selain dapat menghasilkan ukuran tunggal kualitas pelayanan secara keseluruhan, juga dapat digunakan dalam perhitungan *benchmarking*. DMU yang efisien akan membentuk *reference group* untuk masing – masing DMU yang belum efisien. Setelah mengetahui masing – masing *reference group* untuk setiap DMU, diharapkan DMU yang belum efisien dapat meningkatkan kualitas pelayanannya dengan mengacu pada *reference group* masing – masing.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andronikidis, A. (2009). *Linking dimensions of perceived service quality to actual purchase behavior*. Journal of Business, 4(1), 4-20.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*. Management Sciences, 30(9), 1078–1092.
- Berndt, A. (2009), *Investigating Service Quality Dimensions in South African Motor Vehicle Servicing*, African Journal of Marketing Management, 1(1), 1-9.
- Bouman, M. & Wiele, T. (1992), *Measuring Service Quality in the Car Service Industry: Building and Testing an Instrument*. International Journal of Service Industry Management, 3(4), 4-16.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, 2(6), 429–444.
- Cipolat, R. A. (2010). *Profit and Service Quality in Selected Motor Retailers for Servicing of Passenger Vehicles*. South Africa: University of the Witwatersrand.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2000). *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications, references and DEA-solver software*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cronin, J. J., Jr., & Taylor, A. S. (1992). *Measuring service quality: A reexamination and an extension*. Journal of Marketing, 56(3), 55–67.
- Donthu, N., Hershberger, E. K., & Osmonbekov, T. (2005). *Benchmarking marketing productivity using data envelopment analysis*. Journal of Business Research, 58(11), 1474–1482.
- Lee, H., & Kim, C. (2014). *Benchmarking of service quality with data envelopment analysis*. Expert Systems with Applications, 41, 3761-3768.
- Lovell, C. A. K., & Pastor, J. T. (1999). *Radial DEA models without inputs or without outputs*. European Journal of Operational Research, 118(1), 46–51.
- Meza, L.A.; Biondi Neto, L.; Soares de Mello, J.C.C.B.; & Gomes, E.G. (2005). *ISYDS – Integrated System For Decision Support (SIAD – Sistema Integrado De Apoio A Decisão): A Software Package for Data Envelopment Analysis Model*. Pesquisa Operacional, 25(3), 493-503.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). *A conceptual model of service quality and its implications for future research*. Journal of Marketing, 49(3), 41–50.
- Spendolini, M. J. (1992). *The benchmarking book*. New York: American Management Association.
- <http://otomotif.kompas.com/read/2013/05/29/8358/Honda.Motor.Raih.Service.Quality.2013>. diakses pada 23 April 2014.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Variabel Penelitian

Dimensi	Indikator	Kode	Butir Pernyataan	
Tangibles	Fasilitas fisik perusahaan menarik secara visual.	A1	Kebersihan pada ruangan perbaikan sepeda motor selalu terjaga. <sup>2</sup>	
		A2	Kebersihan pada ruang tunggu selalu terjaga. <sup>2</sup>	
		A3	Peralatan yang berada di Bengkel Resmi Yamaha tertata dengan rapi. <sup>2</sup>	
		A4	Anda mendapatkan minuman ketika menunggu. <sup>2</sup>	
		A5	Pada ruang tunggu terdapat cukup tempat duduk untuk menunggu. <sup>3</sup>	
		A6	Pada ruang tunggu terdapat TV.	
		A7	Pada ruang tunggu terdapat Koran/Majalah.	
		A8	Pada ruang tunggu terdapat layanan Wifi gratis yang dapat anda gunakan.	
		A9	Bengkel Resmi Yamaha memiliki lahan parkir yang luas. <sup>3</sup>	
		A10	Bengkel Resmi Yamaha memiliki layanan cuci motor. <sup>3</sup>	
	Karyawan perusahaan berpenampilan rapi.	A11	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha berpenampilan dengan seragam yang rapi. <sup>1</sup>	
		A12	Mekanik pada Bengkel Resmi Yamaha menggunakan wearpack yang rapi ketika melakukan perbaikan. <sup>1</sup>	
		Materi-materi berkaitan dengan layanan perusahaan (seperti pamflet atau pernyataan) menarik secara visual.	A13	Karyawan selalu menyediakan daftar perbaikan yang akan dilakukan. <sup>3</sup>
			A14	Bengkel Resmi Yamaha memiliki tanda alur proses pelayanan perbaikan sepeda motor dengan jelas. <sup>2</sup>
Reliability	Bila perusahaan berjanji untuk melakukan sesuatu pada waktu yang ditentukan, perusahaan akan menepatinya.	B15	Bila mekanik Bengkel Resmi Yamaha berjanji kepada anda untuk memberikan pelayanan perbaikan tambahan pada waktu tertentu maka mereka akan menepatinya. <sup>4</sup>	
	Sewaktu pelanggan memiliki masalah, perusahaan sungguh-sungguh berusaha membantu memecahkannya.	B16	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha selalu dapat memberikan solusi akan keluhan yang anda berikan. <sup>2</sup>	
	Perusahaan dapat diandalkan	B17	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha tidak melakukan pekerjaan yang tidak perlu (seperti berbincang dengan telepon untuk kepentingan pribadi). <sup>2</sup>	
		B18	Mekanik pada Bengkel Resmi Yamaha melakukan perbaikan yang bebas dari kesalahan. <sup>1</sup>	
	Perusahaan menyediakan layanannya sesuai dengan waktu yang dijanjikan.	B19	Pelayanan perbaikan sepeda motor selesai sesuai dengan waktu yang dijanjikan. <sup>2</sup>	
	Perusahaan selalu mengupayakan catatan (records) yang bebas dari kesalahan.	B20	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha memberikan penjelasan akan tagihan yang diterima pelanggan. <sup>3</sup>	
		B21	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha memberikan perkiraan tertulis untuk perbaikan yang akan dilakukan. <sup>3</sup>	
		B22	Data pelanggan pada Bengkel Resmi Yamaha disimpan dalam database pada komputer. <sup>2</sup>	
Responsiveness	Karyawan perusahaan memberitahu pelanggan kapan pastinya layanan akan diberikan.	C23	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha memberikan informasi yang jelas kapan anda akan menerima pelayanan. <sup>4</sup>	
	Karyawan perusahaan melayani pelanggan dengan cepat.	C24	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha memberikan pelayanan dengan segera ketika pelanggan datang. <sup>4</sup>	
		C25	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha selalu menjawab telepon pelanggan dengan cepat. <sup>2</sup>	
	Karyawan perusahaan selalu bersedia membantu pelanggan.	C26	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha selalu bersedia membantu anda. <sup>1</sup>	

Dimensi	Indikator	Kode	Butir Pernyataan
	Karyawan perusahaan tidak pernah terlalu sibuk untuk merespons permintaan pelanggan.	C27	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha memberikan tanggapan yang cepat akan keluhan yang anda berikan. <sup>1</sup>
		C28	Mekanik pada Bengkel Resmi Yamaha memberikan penjelasan mengapa perbaikan perlu dilakukan. <sup>2</sup>
Assurance	Perilaku para karyawan perusahaan mampu membuat para pelanggan mempercayai mereka.	D29	Pelayanan perbaikan sepeda motor yang dilaksanakan oleh Bengkel Resmi Yamaha ditangani oleh mekanik-mekanik yang ahli dibidangnya sehingga hasil pekerjaannya dapat dipercaya. <sup>2</sup>
		D30	Perilaku karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha yang selalu menepati janji mampu membuat anda mempercayai mereka. <sup>4</sup>
		D31	Anda mengetahui mekanik mana yang sedang memperbaiki sepeda motor anda. <sup>3</sup>
	Pelanggan merasa aman dalam bertransaksi dengan perusahaan.	D32	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha menghubungi anda ketika perbaikan menjadi lebih mahal. <sup>3</sup>
		D33	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha menghubungi anda ketika perbaikan tambahan diperlukan. <sup>2</sup>
	Para karyawan perusahaan secara konsisten bersikap sopan terhadap pelanggan.	D34	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha selalu bersikap sopan dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan. <sup>3</sup>
Karyawan perusahaan memiliki pengetahuan memadai untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pelanggan.	D35	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha memiliki pengetahuan yang memadai untuk menjawab pertanyaan - pertanyaan anda. <sup>4</sup>	
Emphaty	Perusahaan memiliki jam operasi yang nyaman bagi semua pelanggan.	E36	Bengkel Resmi Yamaha memiliki jam buka yang dapat mengakomodasi semua kalangan pelanggan (Senin-Jumat : 09.00-17.00, Sabtu : 09.00-14.00). <sup>1</sup>
	Perusahaan memiliki karyawan yang memberikan perhatian personal kepada pelanggan.	E37	Karyawan Bengkel Resmi Yamaha selalu memberikan pelayanan dengan ramah pada setiap pelanggan. <sup>2</sup>
		E38	Karyawan Bengkel Resmi Yamaha memanggil anda dengan nama anda. <sup>3</sup>
	Karyawan perusahaan memahami kebutuhan spesifik pelanggan.	E39	Keluhan/kerusakan teknis sepeda motor dapat terselesaikan secara optimal sesuai dengan keinginan Anda. <sup>4</sup>
		E40	Karyawan pada Bengkel Resmi Yamaha selalu mempertimbangkan minat anda dalam memilih suku cadang untuk perbaikan. <sup>2</sup>

Keterangan :

1 : (Andronikidis, 2009)

2 : (Bouman, M. & Wiele, T., 1992)

3 : (Berndt, 2009)

4 : (Cipolat, 2010)

## LAMPIRAN 2. Rumus Perhitungan DEA

Berikut ini akan diberikan contoh penjabaran rumus (2) – (6) dalam menghitung nilai efisiensi pada Bengkel Harpindo Jaya Jati.

Max  $h_o$

Subject to  $1 - (\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 - \lambda_4 - \lambda_5 - \lambda_6 - \lambda_7 - \lambda_8 - \lambda_9 - \lambda_{10} - \lambda_{11} - \lambda_{12} - \lambda_{13} - \lambda_{14} - \lambda_{15} - \lambda_{16} - \lambda_{17} - \lambda_{18} - \lambda_{19} - \lambda_{20} - \lambda_{21} - \lambda_{22} - \lambda_{23}) \geq 0$

$$-3,536h_o + 3,536\lambda_1 + 3,814\lambda_2 + 3,636\lambda_3 + 3,636\lambda_4 + 3,307\lambda_5 + 3,279\lambda_6 + 3,729\lambda_7 + 3,764\lambda_8 + 4,000\lambda_9 + 4,000\lambda_{10} + 3,864\lambda_{11} + 3,671\lambda_{12} + 3,293\lambda_{13} + 3,743\lambda_{14} + 3,857\lambda_{15} + 3,750\lambda_{16} + 3,771\lambda_{17} + 3,857\lambda_{18} + 3,600\lambda_{19} + 3,429\lambda_{20} + 3,843\lambda_{21} + 3,786\lambda_{22} + 3,993\lambda_{23} \geq 0$$

$$-3,563h_o + 3,563\lambda_1 + 3,575\lambda_2 + 3,763\lambda_3 + 3,500\lambda_4 + 3,438\lambda_5 + 3,275\lambda_6 + 3,375\lambda_7 + 3,288\lambda_8 + 3,563\lambda_9 + 3,538\lambda_{10} + 3,838\lambda_{11} + 3,288\lambda_{12} + 3,625\lambda_{13} + 3,700\lambda_{14} + 3,700\lambda_{15} + 3,600\lambda_{16} + 3,763\lambda_{17} + 3,788\lambda_{18} + 3,325\lambda_{19} + 3,463\lambda_{20} + 3,550\lambda_{21} + 3,838\lambda_{22} + 3,850\lambda_{23} \geq 0$$

$$-3,733h_o + 3,733\lambda_1 + 3,717\lambda_2 + 3,600\lambda_3 + 3,500\lambda_4 + 3,583\lambda_5 + 3,250\lambda_6 + 3,700\lambda_7 + 3,433\lambda_8 + 3,617\lambda_9 + 3,783\lambda_{10} + 3,867\lambda_{11} + 3,667\lambda_{12} + 3,483\lambda_{13} + 3,833\lambda_{14} + 4,017\lambda_{15} + 3,750\lambda_{16} + 3,717\lambda_{17} + 3,750\lambda_{18} + 3,433\lambda_{19} + 3,650\lambda_{20} + 3,767\lambda_{21} + 4,017\lambda_{22} + 3,850\lambda_{23} \geq 0$$

$$-4,043h_o + 4,043\lambda_1 + 3,871\lambda_2 + 3,843\lambda_3 + 3,757\lambda_4 + 3,614\lambda_5 + 3,686\lambda_6 + 3,714\lambda_7 + 3,700\lambda_8 + 3,700\lambda_9 + 4,000\lambda_{10} + 3,957\lambda_{11} + 3,614\lambda_{12} + 3,571\lambda_{13} + 3,900\lambda_{14} + 4,143\lambda_{15} + 3,929\lambda_{16} + 3,986\lambda_{17} + 3,814\lambda_{18} + 3,743\lambda_{19} + 3,629\lambda_{20} + 3,943\lambda_{21} + 4,071\lambda_{22} + 4,029\lambda_{23} \geq 0$$

$$-3,600h_o + 3,600\lambda_1 + 3,740\lambda_2 + 3,840\lambda_3 + 3,580\lambda_4 + 3,340\lambda_5 + 3,500\lambda_6 + 3,460\lambda_7 + 3,580\lambda_8 + 3,320\lambda_9 + 3,940\lambda_{10} + 4,120\lambda_{11} + 3,660\lambda_{12} + 3,560\lambda_{13} + 3,860\lambda_{14} + 3,940\lambda_{15} + 3,620\lambda_{16} + 3,480\lambda_{17} + 3,980\lambda_{18} + 3,560\lambda_{19} + 3,480\lambda_{20} + 3,880\lambda_{21} + 4,160\lambda_{22} + 3,740\lambda_{23} \geq 0$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{10} + \lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16} + \lambda_{17} + \lambda_{18} + \lambda_{19} + \lambda_{20} + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23} = 1$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}, \lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}, \lambda_{15}, \lambda_{16}, \lambda_{17}, \lambda_{18}, \lambda_{19}, \lambda_{20}, \lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23} \geq 1$$

**LAMPIRAN 3. Bobot benchmark**

DMU	DMU_9	DMU_10	DMU_11	DMU_15	DMU_22	DMU_23
DMU_1	0	0	0	1	0	0
DMU_2	0	0,389	0	0,105	0,105	0,401
DMU_3	0	0	0	0	0,437	0,563
DMU_4	0	0,043	0,127	0,356	0	0,474
DMU_5	0	0	0	0,065	0,788	0,147
DMU_6	0	0	0	1	0	0
DMU_7	0	0	0	0,371	0	0,629
DMU_8	0,219	0,781	0	0	0	0
DMU_9	1	0	0	0	0	0
DMU_10	0	1	0	0	0	0
DMU_11	0	0	1	0	0	0
DMU_12	0	0	0	0	0,247	0,753
DMU_13	0	0	0	0	0,095	0,905
DMU_14	0	0,005	0	0,135	0,523	0,338
DMU_15	0	0	0	1	0	0
DMU_16	0	0	0	0,603	0	0,397
DMU_17	0	0	0	0,180	0	0,820
DMU_18	0	0,037	0,727	0	0	0,236
DMU_19	0	0,200	0	0,508	0	0,292
DMU_20	0	0	0	0,194	0,806	0
DMU_21	0	0,550	0,124	0,284	0,042	0
DMU_22	0	0	0	0	1	0
DMU_23	0	0	0	0	0	1

## EVALUASI KINERJA PEMASOK BAHAN BAKAR BATUBARA DI PT. X MENGUNAKAN DEA/GA

Ratna Ekawati<sup>1</sup>, Hadi Setiawan<sup>2</sup>, Fiska Apriliyani<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UNTIRTA  
Jalan Raya Sudirman Km.03 Cilegon, Banten, Indonesia  
Telp (0254) 395502\*16  
<sup>1</sup>ratna\_ti@ft-untirta.ac.id, ehohad@yahoo.com

### ABSTRAKS

PT. X adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pembangkitan tenaga listrik Jawa-Bali. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ini adalah tidak adanya suatu metode khusus dalam mengevaluasi kinerja pemasok bahan bakar batubara. Untuk mengatasi hal tersebut penulis menggunakan metode DEA (Data Envelopment Analysis) dengan model CCR Output Orientasi dan Perhitungan Genetic Algorithm. DEA merupakan suatu teknik pengukuran kinerja berbasis linear programming yang digunakan untuk mengevaluasi efisiensi relatif dari Decision Making Units dalam perusahaan. Pada dasarnya prinsip kerja DEA adalah membandingkan data input dan output dari suatu DMU dengan data input dan output lainnya pada DMU yang sejenis sehingga akan menghasilkan nilai efisiensi relatif tiap DMU. Dalam perhitungan formulasi DEA model CCR Output Orientasi untuk memperoleh nilai bobot output/input sehingga diperoleh suatu nilai efisiensi relatif pemasok menggunakan genetic algorithm, karena Algoritma Genetika merupakan teknik pencarian dan optimasi yang terinspirasi oleh prinsip dari genetika dan seleksi alam. Algoritma ini digunakan untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk masalah optimasi dari satu variabel atau multi variabel. Pemasok jangka pendek adalah pemasok 1 sebesar 98.03%, pemasok 2 sebesar 100% dan pemasok 3 sebesar 93.51%. sehingga bagi pemasok 1 dan pemasok 3 jangka pendek yang efisiensi kurang dari 100% maka dilakukan peningkatan dengan cara benchmarking terhadap pemasok 2 yang efisiensinya 100%. Dan hasilnya adalah pemasok 1 perlu menurunkan harga bahan bakar batubara sebesar Rp. 5,049,- sehingga harga awal bahan bakar batubara untuk pemasok 1 jangka pendek adalah Rp. 255.000,-/ton menjadi Rp. 249.951/ton dan pemasok 3 perlu menurunkan harga bahan bakar batubara sebesar Rp. 43,658,- sehingga harga awal bahan bakar batubara untuk pemasok 3 jangka pendek adalah Rp. 571,445,-/ton menjadi Rp. 527,787/ton.

**Kata kunci :** DEA (Data Envelopment Analysis), Genetic Algorithm, Pemasok.

### Pendahuluan

Salah satu masalah yang banyak dijumpai di berbagai industri adalah masalah pengambilan keputusan, terlebih lagi masalah keputusan yang banyak kriteria, yaitu masalah yang melibatkan tidak hanya satu tetapi beberapa fungsi tujuan. Sebagian dari permasalahan tersebut bertujuan untuk menyeleksi sekumpulan alternatif yang didasarkan atas beberapa kriteria, maka diperlukan suatu sistem evaluasi kinerja dan seleksi pemasok yang baik dan objektif.

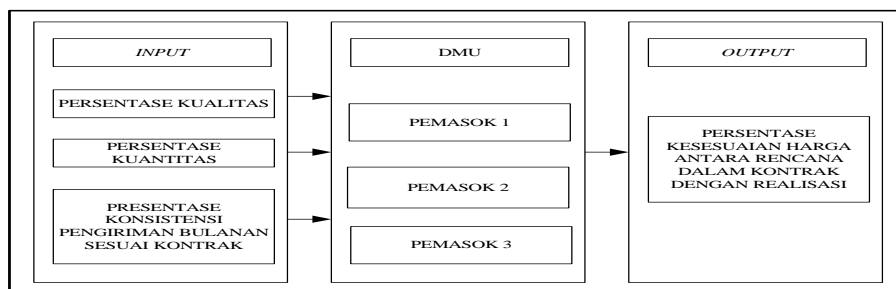
Evaluasi kinerja pemasok yang selama ini dilakukan oleh PT. X adalah berdasarkan persentase perbandingan antara rencana dalam kontrak dengan realisasi dan berdasarkan perumusan denda yang telah ditetapkan oleh perusahaan serta tidak adanya suatu metode khusus evaluasi kinerja pemasok. Karena dengan adanya perkembangan teknik-teknik dalam evaluasi pemasok, maka diperlukan adanya suatu metode dalam mengevaluasi pemasok atau menindaklanjuti evaluasi tersebut dengan melakukan penilaian kinerja pemasok apakah efisien atau tidak, agar perusahaan tidak salah dalam menentukan pemasok yang dipertahankan dan pemasok yang perlu diberikan peringatan untuk meningkatkan kinerja atau pemasok tersebut tidak lagi memperpanjang hubungan kerjasamanya dengan perusahaan.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan memperkenalkan suatu metode untuk melakukan evaluasi kinerja pemasok dilihat dari kriteria-kriteria evaluasi kinerja pemasok, metode tersebut adalah *Data Envelopment Analysis* (DEA) yang menilai pemasok secara objektif berdasarkan data kuantitatif perusahaan (data *input* dan *output*). Dengan menggunakan DEA/GA hasil penilaian kinerja pemasok dapat lebih objektif dan optimal. Dimana setelah melakukan evaluasi kinerja pemasok, perusahaan dapat mengetahui penyebab ketidakefisienan kinerja pemasok dan melakukan meningkatkan efisiensi kinerja

para pemasok yang kurang efisien dengan melakukan *benchmarking* terhadap pemasok yang efisien yang sejenis.

### Metodologi Penelitian

PT. X memiliki tiga jenis kontrak untuk pemasok batubara, yaitu kontrak jangka panjang yang memiliki periode kontrak ± 10 tahun, kontrak jangka menengah yang memiliki periode kontrak ± 4 tahun dan kontrak jangka pendek yang memiliki periode kontrak ± 1 tahun. Jumlah pemasok batubara untuk jangka panjang di PT. X pada tahun 2008 adalah 1 pemasok, untuk jangka menengah sebanyak 3 pemasok dan pemasok jangka pendek sebanyak 10 pemasok (3 pemasok memiliki periode kontrak 1 tahun, 3 pemasok memiliki periode kontrak 6 bulan dan 4 pemasok memiliki periode kontrak 4 bulan).



Gambar 1. Model DMU Evaluasi Kinerja Pemasok Bahan Bakar Batubara PT.X

*Data Envelopment Analysis* memiliki kebebasan dalam menentukan *input/output*, yaitu dapat didasarkan pada fokus manajerial. Sehingga pada penelitian ini pengelompokkan *output* didasarkan pada kriteria harga sedangkan pengelompokkan *input* terdiri dari kriteria kualitas, kuantitas dan konsistensi pengiriman bulanan sesuai kontrak.

Model dasar dari *Data Envelopment Analysis* adalah sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi maksimum } \eta = \frac{\sum_{r=1}^m v_r y_r}{\sum_{i=1}^n u_i x_i} = \frac{v^t y^t}{u^t x^t} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{\sum_{r=1}^m v_r y_r}{\sum_{i=1}^n u_i x_i} = \frac{v^t y^t}{u^t x^t} \leq 1; (j = 1, 2, \dots, t, \dots, N); \quad (2)$$

$$u_i \geq 0; (i = 1, 2, \dots, n); \quad v_r \geq 0; (r = 1, 2, \dots, m)$$

Dimana

t = Unit pengambil keputusan yang akan dievaluasi

$v_r$  = Bobot dari output

$u_i$  = Bobot dari input

$y_r$  = Nilai output

$x_i$  = Nilai input

Penyelesaian masalah pada penelitian ini dengan menggunakan *Data Envelopment Analysis* dengan menggunakan model *Charnes Cooper Rhodes* (CCR) orientasi *output* adalah sebagai berikut :

$$k = \text{Faktor skala non-negatif} \quad (3)$$

$$p_r = k v_r (r = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

$$w_i = k u_i (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

$$\text{Max } \frac{p^t y^t}{w^t x^t} \quad (6)$$

$$\text{s.t. } \frac{p^t y^j}{w^t x^j} \leq 1; (j = 1, 2, \dots, N); \quad (7)$$

$$p^t \geq 0; \quad w^t \geq 0$$

Dimana  $k = \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_{it} x_{it}}$  dan  $w'x^t = 1$  maka akan dijabarkan menggunakan persamaan *linear programming* menjadi :

$$\text{Max} \sum_{r=1}^m p_r y_r \quad (8)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^n w_{it} x_{ij} - \sum_{r=1}^m p_r y_{rj} \geq 0; \quad (j = 1, 2, \dots, t, \dots, N); \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n w_{it} x_{it} = 1; \quad (10)$$

$$p_r \geq 0; \quad (r = 1, 2, \dots, m);$$

$$w_{it} \geq 0; \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

*Genetic Algorithm Toolbox* matlab 7.7 memiliki batasan, yaitu: formulasi standarnya hanya untuk minimasi fungsi objektif (fungsi tujuan) sehingga apabila kita mempunyai fungsi tujuan maksimasi maka di dalam fungsi tersebut kita beri tanda negatif (tanda berlawanan dari formulasi awal kita) dan semua yang menjadi batasan (constraints) dalam *linear programming* diubah menjadi bentuk matrik dan diubah ke dalam formulasi sebagai berikut:

$$A * x \leq b \quad (\text{Pertidaksamaan linier})$$

$$Aeq * x = beq \quad (\text{Persamaan linier})$$

### Analisa dan Pembahasan Pemasok Jangka Pendek

Tabel 1. Data Kuantitatif *Input* dan *Output* Evaluasi Kinerja Pemasok Jangka Pendek Bahan Bakar Batubara Tahun 2008

PEMASOK K	PERSENTASE (%)			
	Data Input			Data Output
	KUALITAS	KUANTITAS	KONSISTENSI PENGIRIMAN BULANAN SESUAI KONTRAK	KESESUAIAN HARGA ANTARA RENCANA DALAM ANGGARAN DENGAN REALISASI
PEMASOK K 1	98.24	84.94	66.67	100
PEMASOK K 2	99.14	80.88	16.66	102.21
PEMASOK K 3	99.86	92.38	50	96.1

Untuk mencari nilai efisiensi maka penyelesaian model menggunakan persamaan *Linear Programming* untuk jangka pendek adalah sebagai berikut :

Pemasok 1

Maks 1  $p_1$

$$\text{Batasan } 0.9824w_1 + 0.8494w_2 + 0.6667w_3 = 1$$

$$0.9824w_1 + 0.8494w_2 + 0.6667w_3 - 1p_1 \geq 0$$

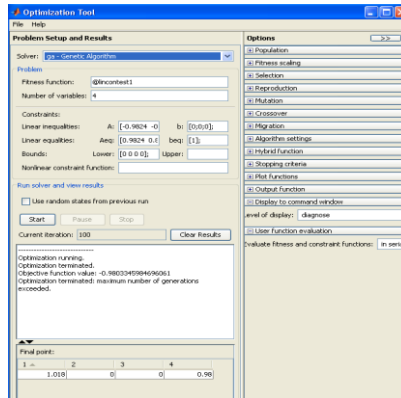
$$0.9914w_1 + 0.8088w_2 + 0.1666w_3 - 1.0221p_1 \geq 0$$

$$0.9986w_1 + 0.9238w_2 + 0.50w_3 - 0.961p_1 \geq 0$$

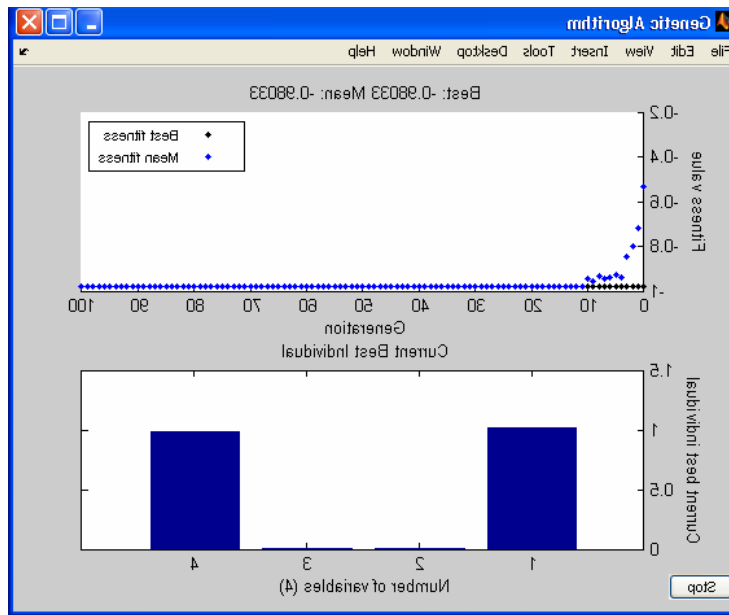
$$w_1, w_2, w_3, p_1 \geq 0$$

Hasil perhitungan DEA untuk pemasok 1 jangka pendek dengan *Genetic algorithm toolbox* matlab 7.7 adalah sebagai berikut:





Gambar 2. Hasil Running Lincontest 1 (Pemasok 1 Jangka Pendek)



Gambar 3. Grafik Best Fitness dan Best Individu Lincontest 1 (Pemasok 1 Jangka Pendek)

Dari hasil di atas dapat diketahui bahwa efisiensi bernilai  $-0.9803 = 0.9803$  (tanda negatif hanya sebagai tanda fungsi tujuan maksimasi),  $x_1 = 1.018$ ,  $x_2 = 0$ ,  $x_3 = 0$ ,  $x_4 = 0.98$  dengan jumlah iterasi = 100 iterasi.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Data Envelopment Analysis Pemasok Jangka Pendek dengan Genetic Algorithm Toolbox Matlab 7.7

Kriteria	Pemasok 1	Pemasok 2	Pemasok 3
Efisiensi	0.9803	1	0.9351
Bobot Kualitas	1.018	1.009	1.002
Bobot Kuantitas	0	0.001	0
Bobot Konsistensi Pengiriman Bulanan Sesuai Kontrak	0	0.001	0
Bobot Kesesuaian Harga Antara Rencana Dalam Anggaran Dengan Realisasi	0.98	0.98	0.973

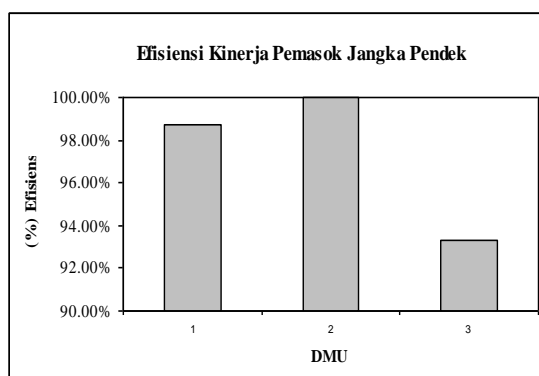
Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dengan bobot yang optimal dari masing–masing kriteria, pemasok 2 memiliki kinerja yang baik yaitu memiliki efisiensi relatif = 1 atau 100%. Sedangkan pemasok 1 memiliki efisiensi relatif sebesar 98.03% dan pemasok 3 memiliki efisiensi relatif sebesar

93.51%, sehingga terjadi ketidakefisienan kinerja pemasok 1 sebesar 1.97% dan pemasok 3 sebesar 6.49%.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Data Envelopment Analysis Pemasok Jangka Pendek dengan Genetic Algorithm Toolbox Matlab 7.7**

Kriteria	Pemasok 1	Pemasok 2	Pemasok 3
<b>Efisiensi</b>	<b>0.9803</b>	<b>1</b>	<b>0.9351</b>
Bobot Kualitas	1.018	1.009	1.002
Bobot Kuantitas	0	0.001	0
Bobot Konsistensi Pengiriman Bulanan Sesuai Kontrak	0	0.001	0
Bobot Kesesuaian Harga Antara Rencana Dalam Anggaran Dengan Realisasi	0.98	0.98	0.973

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dengan bobot yang optimal dari masing-masing kriteria, pemasok 2 memiliki kinerja yang baik yaitu memiliki efisiensi relatif = 1 atau 100%. Sedangkan pemasok 1 memiliki efisiensi relatif sebesar 98.03% dan pemasok 3 memiliki efisiensi relatif sebesar 93.51%, sehingga terjadi ketidakefisienan kinerja pemasok 1 sebesar 1.97% dan pemasok 3 sebesar 6.49%.



**Gambar 4. Efisiensi Kinerja Pemasok Jangka Pendek**

Berdasarkan gambar 4. dapat diketahui bahwa pemasok 2 memiliki kinerja yang baik yaitu efisiensi kinerja relatif mencapai 100% sedangkan pemasok 1 dan pemasok 3 efisiensi kinerja relatif nya hanya mencapai 98.03% dan 93.51% sehingga terjadi ketidakefisienan kinerja pemasok 1 sebesar 1.97% dan pemasok 3 sebesar 6.49%. Ini artinya bahwa pada pemasok 1 dan pemasok 3 terjadi ketidaksebandingan antara *output* yang dikeluarkan oleh PT. X dengan *input* yang diterima oleh PT. X dari pemasok 1 dan pemasok 3 jangka pendek. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan diberikan usulan peningkatan kinerja pemasok 1 dan pemasok 3 yang efisiensinya kurang dari 100% dengan melakukan *benchmarking* terhadap pemasok 2 yang efisiensinya sama dengan 100%.

**Tabel 4. Usulan Peningkatan Kinerja Pemasok Jangka Pendek**

	DMU 2
DMU 1	0.9977
DMU 2	1.0000
DMU 3	1.0120

Berdasarkan tabel di atas maka peningkatan yang dilakukan adalah dengan cara meningkatkan nilai pada *output*, karena pada penelitian ini penyelesaian *Data Envelopment Analysis* memiliki tujuan *output maximization* (orientasi *output*) yang berarti memeriksa sejauh mana *output* dapat ditingkatkan dengan *input* yang ada. Hal ini sesuai dengan pendekatan penilaian kinerja terhadap pemasok yaitu

bagaimana sejumlah *output* dapat ditingkatkan secara proporsional tanpa mengubah jumlah atau nilai *input* yang digunakan, dan penyebab terjadinya ketidakefisienan kinerja adalah nilai *output* yang rendah (persentase harga antara rencana dalam anggaran lebih rendah dari realisasi atau dapat dikatakan bahwa harga material tinggi).

## KESIMPULAN

1. Hasil penilaian terhadap kinerja pemasok jangka pendek bahan bakar batubara tahun 2008 di PT. X berdasarkan batasan efisiensi relatif dengan metode DEA model CCR *ouput* orientasi dan *Genetic Algorithm* adalah sebagai berikut: Efisiensi pemasok 1 sebesar 0.9803 atau 98.03%, efisiensi pemasok 2 sebesar 1 atau 100% dan pemasok 3 sebesar 0.9351 atau 93.51%.
2. Usulan peningkatan efisiensi kinerja relatif pemasok bagi pemasok yang tidak efisien bagi PT. X dilakukan dengan cara *benchmarking* terhadap pemasok yang efisien dan harus sesuai dengan fungsi tujuan formulasi DEA pada penelitian ini. Sehingga dapat diketahui bahwa pemasok 1 dan pemasok 3 jangka pendek yang nilai efisiensi nya kurang dari 1 atau 100% dilakukan *benchmarking* terhadap pemasok 2 jangka pendek yang nilai efisiensi nya sebesar 1 atau 100%. Hasilnya adalah sebagai berikut:
  - a. Untuk mencapai efisiensi sebesar 1 atau 100% pemasok 1 perlu menurunkan harga bahan bakar batubara sebesar Rp. 5,049,- sehingga harga awal bahan bakar batubara untuk pemasok 1 jangka pendek adalah Rp. 255.000,-/ton menjadi Rp. 249.951/ton.
  - b. Untuk mencapai efisiensi sebesar 1 atau 100% pemasok 3 perlu menurunkan harga bahan bakar batubara sebesar Rp. 43,658,- sehingga harga awal bahan bakar batubara untuk pemasok 3 jangka pendek adalah Rp. 571,445,-/ton menjadi Rp. 527,787/ton.
3. *Data Envelopment Analysis* dan *Genetic Algorithm* dapat mempermudah dalam melakukan penilaian kinerja pemasok karena memberikan suatu nilai (*system efficiency* atau efisiensi secara DEA) yang merupakan pertimbangan dari seluruh kriteria penilaian dan hasil penilaian kinerja pemasok dapat lebih objektif dan optimal.

## PUSTAKA

- Dimiyati, Ahmad dan Dimiyati, Tjutju Tarliah. 1992. *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Sinar Baru Algesindo : Bandung.
- Dwiningsih, Nurhidayati. *Pengelolaan Rantai Pasokan (Supply Chain Management)*. Kode MK / STEKPI / BAB 8.
- Ekawati, Ratna. *Penerapan Analytical Hierarchy Process Dan Data Envelopment Analysis Pada Evaluasi Pemasok Perusahaan X*. Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Industri. Universitas Indonesia.
- Fitrah, Aulia. Fitrasani dan Zaky, Achmad *Penerapan Algoritma Genetika Pada Persoalan Pedagang Keliling (TSP)*. Program Studi Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- <http://www.mathworks.com/>
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. *Pencarian Bobot Atribut Pada Multiple Attribute Decision Making (MADM) Dengan Pendekatan Subyektif Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: Penentuan Lokasi Gudang)*. Seminar Nasional Pendidikan Teknik Elektro (SNPTE 2004).
- Singgih, Moses L dan Tri Anggraini, Erlin. *Analisis Efisiensi Teknis Dari Distribusi Listrik Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA) Dan Analisis Operasional*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII Program Studi MMT-ITS, Surabaya.
- Subhash C, Ray. 2004. *Data Envelopment Analysis and Techniques for Economics and Operations*. Cambridge University Press : New York.
- Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika Dalam Matlab*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Thanassoulis, Emmanuel. 2001. *Introduction to the theory and Application Of Data Envelopment Analysis*. Kluwer academic publishers : America.

## KAJIAN RISIKO KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA MILL BOILER DI PABRIK GULA PAKIS BARU PATI

**Haryo Santoso, Rani Rumita, Hutami Nuke Ardani,**  
*Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro*  
*Jl. Prof. H. Sudharto, S.H., Tembalang Semarang*  
*haryokrmt@gmail.com*

### ABSTRAKS

*Pabrik Gula Pakis Baru merupakan industri gula pasir yang berlokasi di desa Pakis, Kecamatan Tayu kabupaten Pati. Bahan baku tebu ini digiling dengan melalui beberapa tahap seperti milling (penggilingan), purification (pemurnian), evaporation (penguapan), boiling (pemasakan), centrifuge (puteran) dan packaging (pengemasan). Dalam menjalankan aktivitas operasional, pekerja yang langsung berhadapan dengan proses produksi yang terdiri dari banyak mesin mekanik, panas dan tajam, sehingga keselamatan dan kesehatan kerja menjadi penting. Berdasar data historis, telah terjadi kecelakaan kerja yang paling banyak ditemui pada divisi mill boiler. Untuk itu perlu adanya pengelolaan manajemen resiko kesehatan dan keselamatan kerja yang baik untuk mengacu pada zero accident terutama pada divisi mill boiler.*

*Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif semi kuantitatif dengan Job Safety Analysis serta analisis risiko semi kuantitatif AS/ NZS 4360:1999/2004. Maka didapatkan analisis risiko K3 dengan hirarki pengendalian risiko sehingga tiga risiko dengan rating tertinggi dapat direduksi, yaitu terbakar 90%, tertabrak 94% dan low back pain 96%.*

**Kata kunci:** *K3, mill boiler, manajemen risiko, zero accident*

### PENDAHULUAN

Angka kecelakaan kerja di Indonesia pada tahun 2009 mencapai 96.513 kasus, sedang pada semester awal tahun 2010 terjadi kecelakaan kerja sebanyak 53.267 kasus (Kemenakertrans, 2009). Setiap tahun ditargetkan angka kecelakaan kerja 50% lebih sedikit dibanding tahun sebelumnya. Sejumlah negara maju telah menetapkan persyaratan baru dalam perdagangan bebas, yaitu persyaratan terhadap penerapan Sistem Mutu Manajemen melalui ISO 9001 Series, Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14000 Series, OHSAS 18001 dan SMK3 (Kemenakertrans, 2010).

Dasar penyebab terjadinya kecelakaan kerja adalah tidak adanya manajemen yang baik untuk menangani risiko-risiko bahaya kerja, komitmen perusahaan mengenai kerja aman dan nyaman serta budaya lingkungan kerja aman. Faktor-faktor yang menjadi penyebab serta berisiko menjadi penyebab harus segera diketahui dan dikendalikan dengan benar sehingga dampaknya akan dapat diminimalisir sekecil mungkin. Perhatian pada keselamatan dan kesehatan pekerja juga telah diperkuat dengan adanya UU no.13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan pasal 86 ayat 1: "Setiap pekerja/buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja, moral dan kesusilaan, serta perlakuan yang sama yang sesuai dengan harkat dan martabat manusia serta nilai-nilai agama" dan pasal 87 ayat 1: "Setiap perusahaan wajib menetapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan". Pabrik Gula Pakis Baru kini dikelola oleh PT. Laju Perdana Indah (LPI) yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi gula yang berlokasi di desa Pakis kecamatan Tayu kabupaten Pati, Jawa Tengah. Bahan baku dari produksi gula ini adalah tebu. Proses penggilingan tebu menjadi produk berupa gula, diperlukan beberapa tahap seperti *milling* (penggilingan), *purification* (pemurnian), *evaporation* (penguapan), *boiling* (pemasakan), *centrifuge* (puteran) dan *packaging* (pengemasan). Dalam menjalankan aktivitas operasional, PT LPI melibatkan pekerja yang langsung berhadapan dengan proses produksi yang terdiri dari banyak mesin mekanik, panas dan tajam, sehingga manajemen risiko terhadap keselamatan dan kesehatan kerja menjadi penting untuk PT LPI. Berdasar data historis dari departemen HSE, proses pembuatan gula ini memiliki *track record* terjadi kecelakaan kerja yang telah terjadi dari tahun 2009 sampai semester awal 2013 dapat dilihat pada histogram pada gambar 1 :

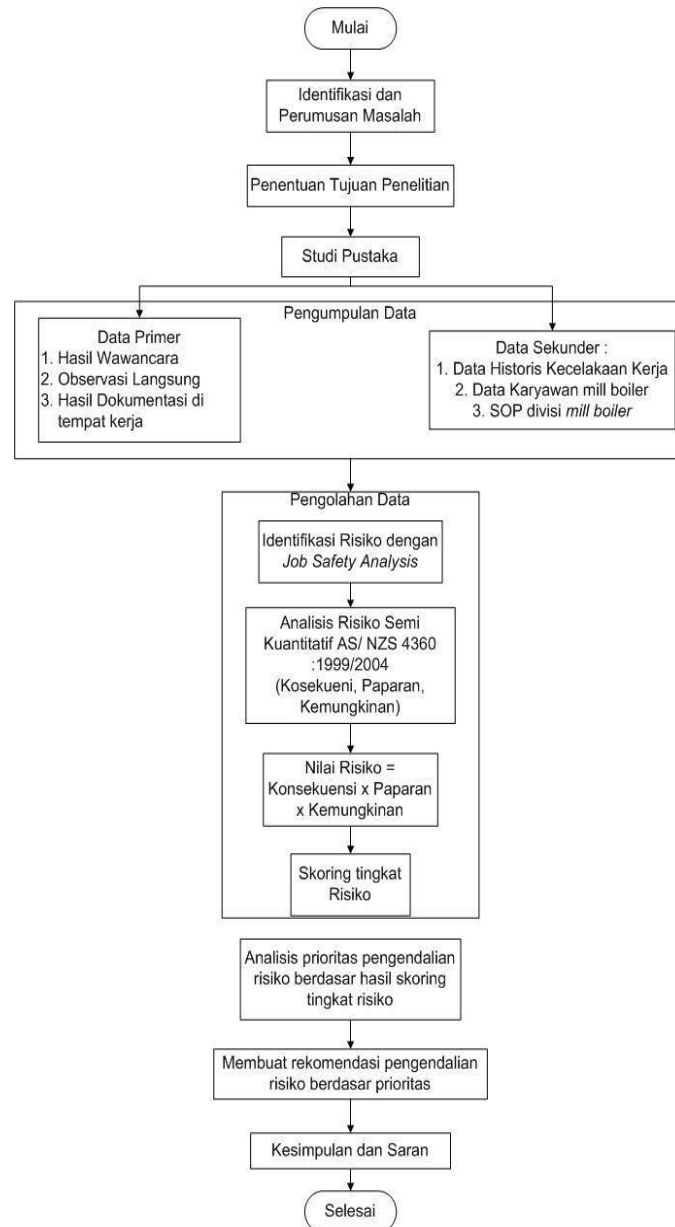


Gambar 1. Histogram Kecelakaan dari 2009-2013

Dari histogram tersebut, dapat dilihat bahwa divisi yang sering dijumpai terjadinya kecelakaan adalah divisi *mill boiler*. Divisi *mill boiler* merupakan salah satu divisi dari departemen *factory* yang berfungsi untuk mengambil sari tebu atau nira melalui proses pemerahan, serta perebusan air untuk menghasilkan uap yang akan digunakan pada proses pemasakan nira dan pembangkit listrik. Pada divisi ini ditemukan pekerjaan-pekerjaan yang berisiko terpapar panas, mekanis, fisik, dll. Oleh karena itu, perlu dilakukan adanya penerapan manajemen resiko K3 yang baik pada divisi *mill boiler* untuk menangani dan mencegah risiko kecelakaan kerja sehingga angka kecelakaan akibat kerja dapat diminimalisir serendah mungkin mengacu pada *zero accident*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa evaluasi dan analisis terhadap manajemen risiko K3 yang telah diterapkan oleh perusahaan. Data yang diperlukan dalam penelitian merupakan data primer dan sekunder. Data primer yang dibutuhkan seperti : hasil kuesioner terbuka, pengamatan secara langsung, peristiwa kecelakaan yang pernah dialami, hasil dokumentasi di tempat kerja, dll. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan seperti : data karyawan divisi *mill boiler*, SOP divisi *mill boiler*, proses plan, data history kecelakaan yang pernah terjadi, kumpulan dokumentasi dari departemen terkait, dll. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif semi kuantitatif antara hasil analisis risiko keamanan dan keselamatan kerja dengan kecelakaan kerja yang telah terjadi, potensi-potensi bahaya yang mungkin terjadi serta hasil dari kuesioner terbuka yang ditujukan kepada pekerja di departemen *factory* divisi *mill boiler* pabrik gula PT Laju Perdana Indah. Faktor risiko K3 yang akan dianalisis pada penelitian ini berdasarkan prinsip manajemen risiko. Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir gambar 2 berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PG Pakis Baru PT LPI, desa Pakis kecamatan Tayu kabupaten Pati, tepatnya pada Departemen *Factory* Divisi *Mill Boiler*. Waktu penelitian ini dilakukan pada tanggal 14 Juli – 14 November 2013.

### Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari proses penyebaran kuesioner terbuka kepada responden pada divisi *mill boiler*, serta diperoleh pula melalui observasi langsung dan dokumentasi pengamatan pekerja ketika melakukan tugasnya serta kondisi lingkungan tempat bekerja. Sedangkan data sekunder diperoleh dari SOP divisi *mill boiler*, profil perusahaan, data historis kecelakaan kerja dari departemen OS&H, dan data pekerja dari departemen HRD. Demikian urutan proses pengumpulan data adalah :

1. Urutan proses kerja yang ada di divisi *mill boiler* untuk mengetahui jenis kerja yang dilakukan, serta risiko apa yang dihadapi
2. Data historis kecelakaan yang pernah terjadi pada divisi *mill boiler*

3. Data pekerja pada divisi *mill boiler* untuk pengambilan sampel dengan metode random strata
4. Melakukan proses penyebaran kuesioner terbuka dengan teknik *purposive judgement sampling* untuk dapat mengisi tabel *Job Safety Analysis*  
Pada tahap pengolahan data, yang pertama kali dilakukan adalah :
  1. Mengidentifikasi risiko menggunakan metode *job safety analysis* untuk mencari risiko kecelakaan kerja, penyebab, serta upaya pengendalian yang telah dilakukan oleh perusahaan
  2. Selanjutnya adalah melakukan analisis risiko dengan menggunakan metode analisis semikuantitatif berdasar standar manajemen risiko AS/ NZS 4360:1999/ 2004 untuk mengetahui konsekuensi (*consequence*), paparan (*exposure*) dan kemungkinannya (*likelihood*). (AS/ NZS 4360 dalam Dickson, Tracey. 2001)
  3. Dari analisis resiko semikuantitatif tersebut, dapat ditentukan nilai risikonya dengan menggunakan rumus :
  4. Setelah nilai risiko diperoleh, maka tingkat risiko dari tiap tahapan proses/ pekerjaan pada divisi *mill boiler* dapat ditentukan dalam bentuk skor. (Cross, Jean. 1998)

## HASIL

Pabrik Gula Pakis Baru merupakan salah satu perusahaan gula di Jawa Tengah. Untuk meminimalisir terjadinya risiko kecelakaan kerja, tentunya perusahaan telah melakukan adanya langkah-langkah pencegah terjadinya kecelakaan, seperti :

- a. *Safety Briefing*  
Kegiatan ini berupa sosialisasi mengenai K3, seperti sosialisasi penggunaan APD, cara penggunaan APD, cara mengatasi ketika terjadi kecelakaan dan hal-hal yang menyangkut keselamatan dan kesehatan kerja
- b. Alat Pengaman pada Peralatan Kerja  
Sudah terpasangnya alat pengaman pada peralatan kerja seperti *handrail* pada tangga, *railguard* pada *platform* yang berada pada ketinggian, *safety guard* untuk membatasi area kerja dengan mesin mekanik, serta terdapat tombol *emergency stop* pada kontrol panel untuk menghentikan mesin ketika terjadi kecelakaan.
- c. Pemasangan *Warning Signs*  
Pemasangan poster peringatan penggunaan APD pada lokasi yang strategis.
- d. Penyediaan APD  
Perusahaan telah menyediakan APD seperti helm, masker, *safety shoes*, sarung tangan, seragam kerja lengan panjang untuk pekerja tetap, serta baju anti api.
- e. Penyediaan Alat Penanggulangan Kecelakaan

Identifikasi risiko K3 dilakukan dengan menggunakan metode *Job Safety Analysis*, sehingga dapat diketahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja serta faktor-faktor yang berpotensi terjadi kecelakaan. Hasil identifikasi risiko untuk bagian perebusan dapat dilihat pada tabel 3

Teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko K3 pada divisi *mill boiler* ini berdasarkan standarisasi AS/ NZS 4360, dimana analisis risiko ini merupakan analisis semi kuantitatif dengan mempertimbangkan konsekuensi, paparan dan kemungkinan dari risiko tersebut. Data didapat dari hasil wawancara dengan pekerja divisi *mill boiler* yang memenuhi syarat serta hasil dari observasi lapangan. Analisis dilakukan menurut hasil wawancara kepada operator (pekerja) 1 pada shift A (pagi), operator 2 pada shift B (siang) dan operator 3 pada shift C (malam) serta untuk risiko yang ditemukan dari hasil observasi dianalisis berdasar sudut pandang peneliti dengan pertimbangan-pertimbangan sesuai kenyataan. Hasil analisis risiko untuk ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Identifikasi Risiko**

No	Rincian Pekerjaan	Skenario	Risiko		Pengendalian saat ini
			Wawancara	Observasi	
1	Water treatment plan	Pengadukan adonan bahan kimia soda dan morpholin secara manual	Kulit melepuh		Menyediakan sarung tangan karet Pakaian kerja lengan panjang
		Pencampuran adonan membuat partikel-partikel bahan kimianya beterbangan dan terhirup oleh pekerja		Gangguan pernapasan	Menyediakan masker
		Posisi punggung ketika mengaduk dan memindahkan adonan dari ember ke tangki		Low back pain	
2	Bagaase Feeder	Ketika membersihkan abu dan ampas yang telah membatu pada corong berisi penggerak yang memiliki daya untuk menarik benda di dalamnya	Jari terputus		Menyediakan sarung tangan Helm
		Tungku boiler berisi api dengan suhu tinggi, sehingga suhu udara sekitar tungku meningkat		Heat Stress	
		Partikel ampas tebu yang halus dapat dengan mudah terbang bercampur udara	Gangguan pernapasan		Menyediakan masker
3	Wet scrubber and ash	Tekanan dalam tungku yang bisa tiba-tiba meningkat dan mendorong melewati jendela tungku yang ketika membersihkan abu	Terpental		
		Tekanan yang tiba-tiba meningkat dapat bercampur dengan api dan melewati jendela tungku yang dibuka oleh pekerja	Kebakaran		Menyediakan APAR siap pakai Jaket dan penutup kepala anti api
		Tungku berisi api suhu tinggi sehingga udara sekitar ikut menjadi panas		Heat stress	
		Proses pembakaran bersuhu tinggi menimbulkan suara bising yang tidak nyaman		Tuli	

**Tabel 2. Hasil Analisis Resiko**

No	Rincian Pekerjaan	Risiko	Sumber	Konsekuensi (C)	Paparan (E)	Kemungkinan (L)	Nilai Risiko
1	Water treatment plan	Kulit melepuh	Operator 1	1 <i>Noticable</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	36 <i>Priority 3</i>
			Operator 2	1 <i>Noticable</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	36 <i>Priority 3</i>
			Operator 3	1 <i>Noticable</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	36 <i>Priority 3</i>
		Gangguan pernapasan	Observasi	25 <i>Very serious</i>	6 <i>Frequent</i>	0,5 <i>Conceivable</i>	75 <i>Substansial</i>
			Observasi	5 <i>Important</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	180 <i>Substansial</i>
		Low back pain	Observasi	5 <i>Important</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	180 <i>Substansial</i>
		2	Bagasse Feeder	Jari terputus	Operator 1	25	6
Operator 2	25				6	1	150
Operator 3	25				6	1	150
Heat stress	Observasi			15	10	1	150
Gangguan Pernapasan	Operator 1			25	10	0,5	125
	Operator 2			25	10	0,5	125
	Operator 3			25	10	0,5	125
3	Wet Scrubber and Ash	Terpental	Operator 1	15 <i>Serious</i>	6 <i>Frequent</i>	1 <i>Remotely possible</i>	90 <i>Substansial</i>
			Operator 2	15 <i>Serious</i>	6 <i>Frequent</i>	1 <i>Remotely possible</i>	90 <i>Substansial</i>
			Operator 3	15 <i>Serious</i>	6 <i>Frequent</i>	1 <i>Remotely possible</i>	90 <i>Substansial</i>
		Kebakaran	Operator 1	25 <i>Very serious</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	900 <i>Very high</i>
			Operator 2	25 <i>Very serious</i>	6 <i>Frequent</i>	3 <i>Unusual</i>	450 <i>Very high</i>
			Operator 3	25 <i>Very serious</i>	6 <i>Frequent</i>	6 <i>Likely</i>	900 <i>Very high</i>
		Heat Stress	Observasi	15 <i>Serious</i>	10 <i>Continously</i>	1 <i>Remotely possible</i>	150 <i>substansial</i>
		Tuli	Observasi	25 <i>Very serious</i>	10 <i>Continously</i>	0,5 <i>Conceivable</i>	125 <i>Substansial</i>



Dari hasil analisis risiko menggunakan metode analisis semi kuantitatif, maka telah didapat nilai risiko dari hasil perkalian nilai konsekuensi, paparan dan kemungkinan. Nilai risiko tersebut kemudian dibandingkan berdasarkan kriteria yang ditetapkan mengenai batasan risiko menurut AS/ NZS 4360 : 1999, apakah risiko dapat diterima, dikurangi atau dikendalikan dengan cara lain. Hasil evaluasi risiko dapat dilihat pada tabel 2.

Setelah mengevaluasi dan memberikan rekomendasi secara umum pada setiap risiko pada divisi *mill boiler*, kemudian dibuat prioritas pengendalian risiko sesuai dengan ranking nilai risiko tertinggi. Tiga nilai risiko tertinggi selanjutnya akan dikupas lebih dalam untuk dibuat rekomendasi pengendaliannya sesuai hirarki pengendalian risiko. Hirarki pengendalian risiko terdiri dari eliminasi, substitusi, *engineering control*, *administrative control* dan Alat Pelindung Diri. (Suardi, Rudi 2005).

Berdasarkan perolehan nilai risiko tertinggi, tiga risiko yang diprioritaskan adalah risiko kebakaran (900 *very high*) pada bagian perebusan, tertabrak (250 *priority 1*) pada bagian penerimaan bahan baku dan risiko *low back pain* (180 *substansial*) pada bagian perebusan. Dari hasil pembahasan prioritas pengendalian tiga risiko tertinggi, dapat dilihat perubahan nilai risikonya pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Evaluasi Risiko**

No	Rincian Pekerjaan	Risiko	Nilai dan Kategori risiko	Kondisi sekarang	Rekomendasi
1	<i>Water treatment plan</i>	Kulit melepuh	36 <i>Priority 3</i>	- Tidak tersedia sarung tangan karet	- Memasang <i>warning sign</i> - Menggunakan tongkat kayu panjang untuk memberikan jarak kontak dengan kulit - Menggunakan APD (terutama sarung tangan karet) - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja
		Gangguan pernapasan	75 <i>Priority 3</i>	- Tidak terpasangnya <i>dust collector</i> - Masker kurang memenuhi standar masker industri	- Memasang <i>warning sign</i> - Instalasi <i>dust collector</i> - Menggunakan APD (terutama masker standar industri) - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja
		<i>Low back pain</i>	180 <i>Substansial</i>	- Tidak tersedia meja pendukung ketika pengadukan adonan	- Redesain agar posisi mengaduk dan menuang adonan tidak membungkuk - Menggunakan APD - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja
2	<i>Bagasse feeder</i>	Jari terputus	150 <i>Substansial</i>		- Memasang <i>warning sign</i> - Sosialisasi mengenai panel <i>emergency stop</i> - Menggunakan APD lengkap - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja
		<i>Heat stress</i>	150 <i>Substansial</i>	- Tidak adanya kebijakan penanggulangan paparan panas	- Menyediakan air minum pada lantai kerja - Kebijakan menambah waktu istirahat - Menggunakan APD - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i>
		Gangguan pernapasan	125 <i>Substansial</i>	- Tidak terpasangnya <i>dust collector</i> - Masker kurang memenuhi standar masker industri	- Memasang <i>warning sign</i> - Instalasi <i>dust collector</i> - Menggunakan APD (masker standar industri) - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja
3	<i>Wet scrubber and ash</i>	Terpental	90 <i>Substansial</i>		- Memasang <i>warning sign</i> - Menggunakan APD lengkap - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i>
		Terbakar	900 <i>Very high</i>	- Sosialisasi pakaian anti api kurang maksimal - APAR kurang <i>maintenance</i>	- Memasang <i>warning sign</i> - Instalasi shower - Selalu memastikan ketersediaan dan kondisi APAR siap pakai setiap saat - Menggunakan APD (terutama pakaian anti api) - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i>
		<i>Heat stress</i>	150 <i>Substansial</i>	- Tidak adanya kebijakan penanggulangan paparan panas	- Menyediakan air minum pada lantai kerja - Kebijakan menambah waktu istirahat - Menggunakan APD - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i>
		Tuli	125 <i>Substansial</i>	- Tidak tersedia <i>earplug</i> untuk melindungi dari kebisingan - Tidak terpasang peredam pada ketel	- Memasang <i>warning sign</i> - Instalasi peredam ( <i>silencer</i> ) pada ketel <i>steam</i> - Menggunakan APD (terutama <i>earplug</i> ) - Memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja

**Tabel 4 Hasil Prioritas Pengendalian Risiko Tertinggi**

No	Risiko	Existing level risiko				Level risiko Risk	Recommended level				Level	reduction
		C	E	P	Nilai risiko		C	E	P	Nilai risiko		
1	Kebakaran	25	6	6	900	Very high	5	3	6	90	Substansial	90%
2	Tertabrak	25	10	1	250	Priority 1	5	3	1	15	Acceptable	94%
3	Low back pain	5	6	6	180	Substansial	1	6	1	6	Acceptable	96%

Keterangan :

C = consequences

(keparahan) E = exposure (paparan)

P = probability

(kemungkinan) Nilai risiko =

C x L x P

Risk reduction =  $\frac{\text{Nilai risiko awal} - \text{Nilai risiko setelah}}{\text{Nilai risiko awal}} \times 100\%$

Nilai *risk reduction* menunjukkan persentase penurunan risiko dari kondisi saat ini dengan setelah dilakukan pengendalian. Risiko tertabrak dan *low back pain* dapat diturunkan levelnya menjadi *acceptable* yang berarti masuk dalam batas risiko yang dapat diterima. Untuk risiko kebakaran, setelah dilakukan pengendalian dengan persentase reduksi 90% risiko kebakaran masuk dalam level *substansial* yang berarti masih diharuskan adanya perbaikan secara teknis. Namun apabila dilihat dari level awal dengan kategori *very high* seharusnya aktivitas dihentikan hingga telah terjadi penurunan risiko, jadi karena dengan adanya pengendalian telah terjadi penurunan risiko maka aktivitas dapat tetap dilaksanakan agar tidak mengganggu produktivitas.

## PUSTAKA

- AS/NZS. 2004. *Risk Management Standard AS/NZS 4360:2004*. New Zealand : Council of Standards Australia and Council of Standards
- Cross, Jean. 1998. *Study Notes: Risk Management*. University of New South Wales: Sydney.
- Departemen OH PT LPI. 2013. *Data Kecelakaan Pekerja*. Pati Budiono, A.M. Sugeng. 2005. *Pengenalan Potensi Bahaya Industrial Dan Analisis Kecelakaan Kerja*. (Dalam Artikel) Depnakertrans
- Dickson, Tracey J. 2001. *Calculating risks: fine's mathematical formula 30years later*. Australian Journal Outdoor Education, <http://www.freepatentsonline.com/article/Australian-Journal-Outdoor-Education/159791018.html>
- Suardi, Rudi. 2005. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : PPM
- Yonelia, Anisa and L. Meily Kurniawidjaja. 2013. *Risk Management of Occupational Health and Safety in Rice Farmers in Ngrendeng, East Java in 2012*. International Journal on Advance Science Engineering Information Technology <http://www.depnakertrans.go.id/> diakses pada 3 Agustus 2013 <http://www.hukumonline.com/pusatdata> diakses pada 4 Agustus 2013

## MODEL INVENTORY UNTUK DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN DENGAN PERTIMBANGAN SUBSTITUSI

Jazilatur Rizqiyah Deviabahari<sup>1</sup>, Erwin Widodo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
Telp. (031) 5939361  
E-mail: erwin @ie.its.ac.id

### ABSTRAKS

Penelitian terkait model inventory dengan mempertimbangkan substitusi produk sudah banyak dilakukan. Begitu pula model inventory dalam struktur dual channel supply chain (DCSC), dimana perusahaan tidak hanya memasarkan produknya melalui offline channel (retail) tetapi juga melalui online channel. Namun penelitian-penelitian tersebut masih belum mempertimbangkan adanya substitusi ketika produk utama habis terjual. Berdasarkan gap tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menyusun model inventory pada struktur DCSC dengan mempertimbangkan adanya pengaruh substitusi. Shortage terjadi ketika produk utama mengalami stockout sedangkan masih terdapat permintaan dari customer yang belum terpenuhi, maka sebagian dari permintaan tersebut akan disubstitusikan ke produk pengganti dengan derajat substitusi tertentu dan sebagian lagi akan mengalami lost sales. Model yang disusun merupakan perluasan dari model EOI (economic order interval) deterministik dengan kriteria optimasi adalah untuk meminimasi total biaya persediaan di masing-masing channel dan sistem secara keseluruhan. Model ini selanjutnya diaplikasikan pada kasus keputusan inventory sentralisasi, dimana central warehouse memegang kendali penuh terhadap online dan offline channel.

**Kata Kunci:** dual channel supply chain, inventory, substitusi

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sudah semakin maju dan modern terutama dalam bidang internet. Berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), pengguna jasa internet di Indonesia semakin meningkat dengan rata-rata pertumbuhan melebihi 20% tiap tahunnya. Hal ini memberikan peluang bagi perusahaan dalam mengembangkan bisnisnya dengan tidak hanya memasarkan produknya melalui offline channel (retail) tetapi juga bisa melalui online channel (internet). Mekanisme distribusi gabungan antara offline dan online channel inilah yang sering disebut sebagai dual channel supply chain (DCSC). Contoh perusahaan yang telah menerapkan sistem dual channel ini antara lain adalah Hewlett-Packard (HP), IBM, Eastman Kodak, Nike, Apple, Dell, dan lain sebagainya (Teimoury et.al., 2008; Tsay et al., 2004). Menurut Pujawan (2013), adanya online order ini ternyata juga dipengaruhi oleh perubahan perilaku dari customer.

Banyak tantangan yang dihadapi oleh perusahaan ketika menerapkan sistem dual channel ini, diantaranya adalah semakin banyak kompetitor baru yang muncul, seperti kompetitor yang menerapkan pure online (Mahar et al., 2012), munculnya konflik antara manufacturer dengan retail, bagaimana pricing policy untuk masing-masing channel, serta strategi distribusi apa yang digunakan (Teimoury et.al., 2008). Selain itu perusahaan juga harus bisa mengelola sistem persediaannya dengan baik agar tidak terjadi stockout ataupun excess inventory. Persediaan sendiri adalah on-hand stock dari material atau aset tangible lain yang bisa dilihat, dihitung dan diukur pada waktu tertentu (Tersine, 1994).

Pengelolaan persediaan dalam DCSC adalah sebuah aktivitas yang cukup kompleks, perusahaan harus menghitung dengan tepat berapa persediaan yang dibutuhkan masing-masing channel sehingga tidak terjadi understock ataupun overstock. Menurut Yao et.al (2009), mengelola persediaan secara efektif dikedua channel merupakan faktor penentu keberhasilan bagi kelangsungan hidup perusahaan click-and-mortar. Sedangkan menurut Pujawan dan Mahendrawati ER (2010), manajemen persediaan yang baik bisa menekan biaya persediaan dan meningkatkan service level. Ketika jumlah produk yang dijual bervariasi dan mempertimbangkan adanya produk-produk substitusi, pengelolaan persediaan akan bertambah kompleks karena demand untuk masing-masing produk akan berbeda satu sama lain sehingga perhitungannya juga akan semakin sulit. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Huang et. al (2011)

menunjukkan bahwa semakin tinggi derajat substitusi produk akan menyebabkan tingginya tingkat persediaan dan *expected profit*.

Penelitian dalam *dual channel supply chain* terkait *inventory management* sudah banyak dilakukan, namun dalam penelitian mereka masih belum mempertimbangkan adanya produk substitusi. Dengan adanya latar belakang masalah tersebut penelitian ini mencoba memberikan solusi berupa penyusunan model kebijakan persediaan pada struktur *dual channel supply chain* dengan melibatkan pengaruh adanya substitusi. Lebih jauh, penelitian ini juga bertujuan untuk mendapatkan tingkat persediaan yang optimal di masing-masing *channel* sehingga mampu meminimalkan biaya total persediaan yang dikeluarkan.

Bagian selanjutnya dari paper ini disusun sebagai berikut. Pada bagian 2, berisi tinjauan pustaka terkait penelitian yang dilakukan yang meliputi *inventory* (persediaan), *dual channel supply chain* (DCSC), dan produk substitusi. Bagian 3, merupakan metodologi atau langkah-langkah sistematis dalam melakukan penelitian. Bagian 4, berisi pengembangan model yang diusulkan dalam penelitian ini. Bagian 5, merupakan hasil sementara dari penelitian yang dilakukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait pengelolaan *inventory* dengan atau tanpa substitusi produk sudah banyak dilakukan begitu pula penelitian terkait *dual channel supply chain* (DCSC). Beberapa penelitian terkait pengelolaan persediaan dalam DCSC seperti Bendoly et al. (2004), Chiang et al. (2005), Bendoly et al. (2007), Dumrongsiri et al. (2008), Mahar et al. (2009), dan lain sebagainya. Chiang et al. (2005) menyajikan model persediaan dua-eselon *dual channel* di mana persediaan disimpan di kedua gudang *manufacturer* (eselon atas) dan toko ritel (eselon bawah), dan produk tersedia dalam dua *supply channel* : toko ritel tradisional dan *internet-enabled direct channel*. Ketika terjadi *stockout* di salah satu *channel*, pelanggan akan mencari dan beralih ke *channel* lain dengan probabilitas yang diketahui. Mereka menerapkan kebijakan pengendalian persediaan *one-for-one*. Alptekinog dan Tang (2005) mempertimbangkan pemesanan dan alokasi kebijakan untuk sistem multi-eselon dengan penjualan dua *channel*. Bendoly et al. (2007) memperluas sistem persediaan dua eselon yang terdapat di Eppen dan Schrage (1981) dan meneliti situasi di mana semua toko *retail* menangani *e-fulfillment* atau tidak.

Teimoury et al. (2008) menyajikan sebuah model persediaan *dual channel* berdasarkan teori antrian dalam *supply chain manufacturer-retailer*, yang terdiri dari *traditional retail channel* dan *direct channel* dimana persediaan disimpan di kedua eselon atas dan bawah. Yao et al. (2009) mempelajari *supply chain* yang terdiri dari satu *manufacturer* dan satu *retailer* dimana *customer* dapat melakukan pembelian baik dari *retailer* atau langsung dari *manufacturer* melalui *e-tail channel*. Mereka mempelajari tiga strategi persediaan yang berbeda, yaitu strategi persediaan sentralisasi, strategi persediaan *Stackelberg*, dan strategi di mana operasi *e-tail* diserahkan kepada penyedia logistik pihak ketiga (3PL).

Kurt M. Bretthauer et al. (2010) mempertimbangkan di mana dan berapa banyak persediaan harus dialokasikan dan disimpan di setiap lokasi untuk sebuah perusahaan yang memenuhi permintaan *in-store* dan *online* sehingga dapat meminimalkan biaya total. Chun et al. (2011) menganalisis strategi *channel* yang optimal bagi *manufacturer* ketika mereka mempertimbangkan toko *online* sebagai *direct channel* baru mereka secara *online*.

Produk substitusi pertama kali dipelajari oleh McGillivray dan Silver (1978) dalam konteks EOQ. Kemudian banyak dikembangkan oleh peneliti lainnya seperti Parlar dan Goyal (1984), Pasternack dan Drezner (1991), Rudi dan Netessine (1999), dan lain sebagainya. Rajaram dan Tang (2001), menganalisis pengaruh substitusi produk dalam dua aspek kunci di *retail merchandising* : *order quantities* dan *expected profit*, dimana menggunakan *service rate heuristic* untuk menyelesaikan permasalahan. Mereka mengklasifikasikan literatur terkait substitusi dalam tiga aliran. Aliran pertama yaitu *one-way substitution*, mengasumsikan produk diklasifikasikan menjadi beberapa tingkat dan produk dengan tingkat tertinggi dapat digunakan untuk mensubstitusikan produk dengan tingkat yang lebih rendah. Peneliti yang mempertimbangkan *one-way substitution* seperti, Pentico (1974), Bitran dan Dasu (1992), Hsu dan Bassok (1994), Bassok et al. (1997), Rao et al. (1998).

Aliran kedua memusatkan pada model *single period* yang menangkap kedatangan *customer* yang dinamis dalam sebuah periode. Karena kedatangan *customer* dan permintaan produk berbeda, *stockout* dapat terjadi dalam periode waktu tersebut. Beberapa penelitian terkait substitusi ini adalah Mahajan dan van Ryzin (1998), Smith dan Aggrawal (2000). Aliran ketiga fokus pada model *single period* dimana masing-masing produk dapat digunakan untuk mensubstitusikan semua produk lain dengan probabilitas substitusi tertentu. Tang dan Yin (2007), mengembangkan sebuah model dasar dengan permintaan deterministik yang bertujuan untuk mempelajari bagaimana *retailer* harus bersama-sama menentukan kuantitas pesanan dan harga *retail* dua *substitutable product* dibawah strategi harga tetap dan bervariasi.

Wei-yu Kevin Chiang (2010), meneliti dampak substitusi dari *customer* berdasarkan *stock-out* pada ketersediaan produk dan efisiensi *channel* dari *dual channel supply chain*.

Huang et al. (2011), meneliti *multi-product competitive newsboy problem* dengan mempertimbangkan *stockout penalty cost* dan *partial product substitution*. Peneliti mengembangkan *iterative algorithm* untuk menyelesaikan permasalahan. Zhang et al. (2011), mengembangkan model EOQ deterministik untuk dua *item*. Salah satu dari dua *item* tersebut disebut *item* utama, dimana *demand*-nya independen dan dapat sebagian *backorder* dengan *lost sales*. Lainnya adalah *substitutable item*, dimana *demand*-nya akan naik karena terjadi substitusi ketika *item* utama *stocked out*. Salameh et al. (2014), mengusulkan prosedur untuk menyelesaikan model *joint replenishment* dengan substitusi (JRMS) untuk dua produk dalam kerangka model kuantitas pesanan ekonomi klasik.

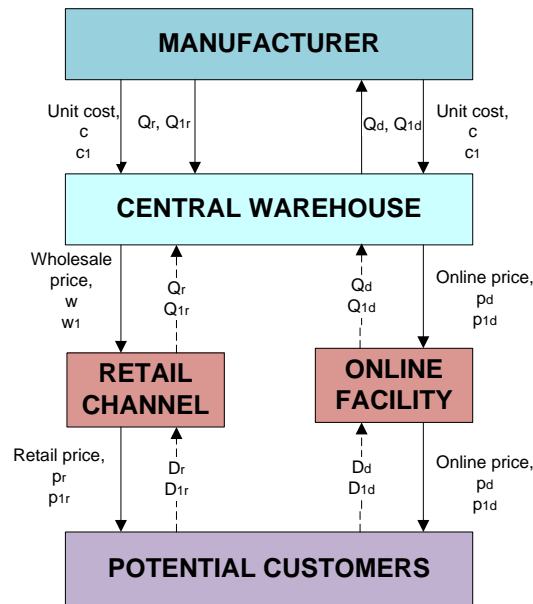
Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pengelolaan *inventory* pada struktur DCSC masih belum dilakukan karena itu hal ini menjadi peluang untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Sementara penelitian ini sangat berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2011), namun terdapat beberapa perbedaan. Pertama dalam paper ini hanya mempertimbangkan adanya pengaruh substitusi, sedangkan dalam paper Zhang et al. (2011), mempertimbangkan adanya pengaruh dari *backorder* dan substitusi. Kedua, fungsi *demand* utama sangat berbeda, pada paper ini lebih kompleks dibanding pada paper Zhang et al. (2011). Ketiga, sistem yang diamati pada paper ini terdiri dari tiga eselon, yaitu *manufacturer*, *central warehouse* dan *retailer*, sedangkan pada paper Zhang et al. (2011), sistem hanya terdiri dari satu eselon. Keempat, model yang disusun pada paper ini akan diuji dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan desentralisasi, sedangkan pada paper Zhang et al. (2011), tidak dilakukan demikian.

## METODOLOGI PENELITIAN

Terdapat beberapa langkah dalam melakukan penelitian ini. Pertama setelah merumuskan masalah terkait penelitian yang dilakukan, selanjutnya menyusun model yang dilakukan dalam dua tahap, model konseptual dan model matematis. Dalam model matematis terdiri dari beberapa parameter dengan kriteria optimasi minimasi total biaya persediaan. Variabel keputusan dari model yang disusun adalah berapa *optimal order quantity* masing-masing *channel*. Setelah model terbentuk, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengumpulan data parameter untuk mendapatkan solusi awal dan melakukan proses verifikasi dan validasi. Jika model sudah terverifikasi dan tervalidasi maka bisa dilakukan pembuatan skenario. Terdapat dua skenario usulan, yaitu menerapkan model pada kasus sentralisasi dan pada kasus desentralisasi. Setelah itu dilakukan percobaan numerik untuk mendapatkan solusi dari model yang telah disusun. Dari hasil percobaan numerik tersebut dilakukan pembahasan dan analisis untuk mengetahui performansi dari model yang diusulkan, apakah solusi yang dihasilkan merupakan solusi yang optimal atau tidak. Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui sejauh mana solusi optimum yang diperoleh berubah ketika parameter-parameter dari model juga berubah. Kemudian dari hasil keseluruhan tahapan penelitian di atas dapat ditarik suatu kesimpulan yang akan menjawab masalah yang dirumuskan sebelumnya. Kemudian nantinya juga akan diberikan saran perbaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## PENGEMBANGAN MODEL

Sistem yang diamati pada penelitian ini terdiri dari tiga eselon, yaitu satu *manufacturer*, satu *central warehouse*, dan satu *retailer*. *Manufacturer* mendistribusikan produknya melalui *central warehouse*. *Central warehouse* disini bertugas untuk menjual produk melalui dua *channel*, yaitu melalui *offline channel (retailer)* dan *online channel* (langsung ke *customer* melalui *online facility*). Sehingga fungsi permintaan dibagi menjadi dua, yaitu fungsi permintaan untuk *retailer (offline channel)* dan fungsi permintaan untuk *online channel*. Setelah fungsi permintaan dibentuk, kemudian disusun fungsi tujuan untuk meminimasi total biaya persediaan yang dikeluarkan di masing-masing *channel* dan sistem secara keseluruhan. Gambar 1berikut ini adalah gambaran sistem amatan.



Gambar 1. Struktur DCSC yang diamati

### Notasi

Berikut adalah notasi-notasi yang digunakan selama penyusunan model :

- $\alpha_1$  = self-price elasticity pada retail channel
- $\alpha_2$  = self-price elasticity pada online channel
- $\beta_1$  = cross-price sensitivity pada retail channel
- $\beta_2$  = cross-price sensitivity pada online channel
- $\rho$  = proporsi permintaan untuk online channel
- $\theta$  = derajat substitusi
- $c$  = unit cost untuk produk utama
- $c_1$  = unit cost untuk produk substitusi
- $Ch_d$  = holding cost untuk produk utama pada online channel
- $Ch_{1d}$  = holding cost untuk produk substitusi pada online channel
- $Ch_r$  = holding cost untuk produk utama pada retail channel
- $Ch_{1r}$  = holding cost untuk produk substitusi pada retail channel
- $C_{od}$  = lost sale cost untuk online channel
- $C_{or}$  = lost sale cost untuk retail channel
- $D$  = potential demand untuk produk utama
- $D_1$  = potential demand untuk produk substitusi
- $D_d$  = demand untuk produk utama pada online channel
- $D_{1d}$  = demand untuk produk substitusi pada online channel
- $D_r$  = demand untuk produk utama pada retail channel
- $D_{1r}$  = demand untuk produk substitusi pada retail channel
- $F_d$  = fill rate untuk online channel
- $F_r$  = fill rate untuk retail channel
- $k_m$  = order cost untuk produk utama pada central warehouse
- $k_{1m}$  = order cost untuk produk substitusi pada central warehouse
- $p_d$  = online price untuk produk utama
- $p_{1d}$  = online price untuk produk substitusi
- $p_r$  = retail price untuk produk utama
- $p_{1r}$  = retail price untuk produk substitusi
- $T_m$  = order interval untuk central warehouse
- $w$  = wholesale price untuk produk utama
- $w_1$  = wholesale price untuk produk substitusi

### Fungsi Permintaan DCSC

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya fungsi permintaan pada struktur DCSC dibagi menjadi dua, yaitu fungsi permintaan untuk *offline channel* dan *online channel*. Dalam fungsi permintaan ini dipengaruhi oleh beberapa parameter, diantaranya yaitu proporsi permintaan di masing-masing *channel*, harga di masing-masing *channel*, serta harga di *channel* lain. Model DCSC yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengacu pada model Huang, Song et al. (2012) seperti berikut ini.

Fungsi permintaan pada *retail*

Untuk produk utama

$$D_r = (1-\rho)D - \alpha_1 p_r + \beta_1 p_d \quad (1)$$

Untuk produk substitusi

$$D_{1r} = (1-\rho)D_1 - \alpha_1 p_{1r} + \beta_1 p_{1d} \quad (2)$$

Fungsi permintaan pada *online channel*

Untuk produk utama

$$D_d = \rho D - \alpha_2 p_{1d} + \beta_2 p_{1r} \quad (3)$$

Untuk produk substitusi

$$D_{1d} = \rho D_1 - \alpha_2 p_{1d} + \beta_2 p_{1r} \quad (4)$$

### Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada model yang diusulkan adalah untuk meminimasi biaya total persediaan yang dikeluarkan, dimana dalam fungsi tersebut mempertimbangkan adanya substitusi produk. Substitusi disini terjadi jika produk utama mengalami *stockout* namun masih terdapat *demand* yang tidak terpenuhi atau kelebihan *demand* produk tersebut akan dipenuhi oleh persediaan produk lain (pengganti) dengan proporsi tertentu. Jika *customer* tidak mau menerima produk pengganti tersebut maka akan terjadi *lost sales*. Kemudian fungsi tujuan ini disusun dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan pada kasus desentralisasi. Fungsi tujuan disini mengacu pada model dasar EOI dan model yang disusun oleh Zhang et al. (2011).

Fungsi tujuan pada kasus sentralisasi

Pada kasus sentralisasi, *central warehouse* memegang kendali penuh terhadap *online* dan *offline channel*. Karena *order quantity* di masing-masing *channel* ditetapkan oleh *central warehouse*, maka masing-masing *channel* tidak terbebani dengan biaya *order*. Namun, *central warehouse* terbebani dengan biaya *order* ke *manufacturer*.

Fungsi tujuan pada *central warehouse*

$$TC_m(T_m, F_d) = c(D_d + D_r) + c_1(D_{1d} + D_{1r}) + \frac{k_m + k_{1m}}{T_m} + \frac{(C_{hd} - \theta C_{h1d})D_d T_m F_d^2}{2} + \frac{C_{h1d}[D_{1d} + \theta D_d]T_m}{2} + [(1 - \theta)C_{od}](1 - F_d)D_d \quad (5)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (5) adalah biaya per unit untuk produk utama dan produk substitusi berdasarkan *demand* total yang terdiri dari *demand* untuk *online channel* dan *retail channel*. Suku ketiga merupakan biaya *order* dari *central warehouse* ke *manufacturer*, suku keempat dan kelima merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi. Suku keenam merupakan biaya *lost sale* karena terdapat *demand* yang tidak dapat terpenuhi.

Dengan menurunkan sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (5) di atas terhadap  $T_m$  dan  $F_d$  masing-masing serta membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk  $T_m$  dan  $F_d$  berikut ini.

$$T_m^* = \sqrt{\frac{2(k_m + k_{1m})(C_{hd} - \theta C_{h1d})^2 - D_d(C_{hd} - \theta C_{h1d})(C_{od} - \theta C_{od})^2}{(C_{hd} - \theta C_{h1d})^2 C_{h1d}(D_{1d} + \theta D_d)}} \quad (6)$$

$$F_d^* = \frac{(1 - \theta)C_{od}}{(C_{hd} - \theta C_{h1d})T_m^*} \quad (7)$$

Sehingga *optimal order quantity* untuk *online channel* adalah sebagai berikut.

$$Q_d^* = D_d \times T_m^* \times F_d^* \quad (8)$$

Fungsi tujuan pada *retailer*

$$TC_r(F_m) = wD_r + w_1 D_{1r} + \frac{(C_{hr} - \theta C_{h1r})D_r T_m F_r^2}{2} + \frac{C_{h1r}[D_{1r} + \theta D_r]T_m}{2} + [(1 - \theta)C_{or}](1 - F_r)D_r \quad (9)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (9) adalah biaya pembelian (*wholesale price*) untuk produk utama dan produk substitusi. Suku ketiga dan keempat merupakan biaya penyimpanan untuk

produk utama dan produk substitusi. Suku kelima merupakan biaya *lost sale*. Dengan menurunkan sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (9) di atas terhadap  $F_r$  dan membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk  $F_r$  berikut ini.

$$F_r^* = \frac{(1 - \theta)C_{or}}{(C_{hr} - \theta C_{h1r})T_m^*} \quad (10)$$

Optimal order quantity untuk *retail channel* adalah sebagai berikut.

$$Q_r^* = D_r \times T_m^* \times F_r^* \quad (11)$$

Biaya total dari *online channel* dan *retail channel*

$$\begin{aligned} TC_{sc}^* = & c(D_d + D_r) + c_1(D_{1d} + D_{1r}) + \frac{k_m + k_{1m}}{T_m^*} + \frac{(C_{hd} - \theta C_{h1d})D_d T_m^* F_d^{*2}}{2} + \frac{C_{h1d}[D_{1d} + \theta D_d]T_m^*}{2} \\ & + [(1 - \theta)C_{od}](1 - F_d^*)D_d + wD_r + w_1D_{1r} + \frac{(C_{hr} - \theta C_{h1r})D_r T_m^* F_r^{*2}}{2} \\ & + \frac{C_{h1r}[D_{1r} + \theta D_r]T_m^*}{2} + [(1 - \theta)C_{or}](1 - F_r^*)D_r \end{aligned} \quad (12)$$

### HASIL SEMENTARA

Di bawah ini adalah contoh perhitungan sederhana untuk menggambarkan aplikasi dari model di atas dengan parameter-parameter yang tertera pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Parameter perhitungan

c	Rp 150.000,00	c <sub>1</sub>	Rp 130.000,00	w	Rp 280.000,00
k <sub>m</sub>	Rp 120.000,00	k <sub>1m</sub>	Rp 110.000,00	p <sub>r</sub>	Rp 310.000,00
C <sub>hd</sub>	Rp 30.000,00	C <sub>h1d</sub>	Rp 25.000,00	p <sub>d</sub>	Rp 300.000,00
C <sub>hr</sub>	Rp 35.000,00	C <sub>h1r</sub>	Rp 30.000,00	w <sub>1</sub>	Rp 250.000,00
C <sub>od</sub>	Rp 6.000,00	C <sub>or</sub>	Rp 6.000,00	p <sub>1r</sub>	Rp 280.000,00
D	500	D <sub>1</sub>	350	p <sub>1d</sub>	Rp 270.000,00
θ	0,2	ρ	0,2	α <sub>1</sub>	0,0001
α <sub>2</sub>	0,0001	β <sub>1</sub>	0,0001	β <sub>2</sub>	0,0001

Hasil perhitungan dari model di atas dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Perbandingan hasil perhitungan

	SENTRALISASI	
	Central warehouse	Retailer
T <sub>m</sub> (tahun)	0,4043	0,4043
F <sub>d</sub> / F <sub>r</sub>	0,4749	0,4094
Q <sub>d</sub> / Q <sub>r</sub>	20	67
Q <sub>1d</sub> / Q <sub>1r</sub>	33	133
TC <sub>m</sub> / TC <sub>r</sub>	Rp121.889.752,08	Rp185.055.318,78
TC <sub>sc</sub>	Rp306.945.070,86	

Dari Tabel 2 tersebut dapat diketahui bahwa pada kasus sentralisasi, jangka waktu pemesanan produk (*order interval*, T<sub>m</sub>) dari *central warehouse* ke *manufacturer* adalah setiap 5 bulan sekali dengan *fillrate* pada *central warehouse* lebih besar dibandingkan pada *retailer*. Sedangkan *order quantity* baik untuk produk utama maupun produk substitusi pada *central warehouse* (Q<sub>d</sub>, Q<sub>1d</sub>) lebih rendah dibanding dengan *order quantity* pada *retailer*. Hal ini dikarenakan *demand* pada *retailer* untuk dua produk tersebut lebih besar dibandingkan dengan *demand* pada *online channel*. Namun, *order quantity* untuk produk substitusi di masing-masing *channel* lebih besar dibandingkan *order quantity* untuk produk utama yang disebabkan oleh terjadinya *stockout* pada produk utama sehingga menambah *demand* produk substitusi. Biaya total persediaan pada *central warehouse* lebih rendah sebesar 34,13% dibandingkan dengan biaya



total persediaan pada *retailer*. Hasil perhitungan di atas nantinya akan dikembangkan lebih lanjut dalam pengerjaan tesis dengan mengubah-ubah nilai parameter untuk mengetahui sejauh mana kondisi tersebut optimal jika beberapa parameternya diubah.

#### **PENELITIAN SELANJUTNYA**

*Paper* ini adalah bagian utama dari pengerjaan tesis namun masih terdapat banyak kekurangan didalamnya. Karena itu *paper* ini bisa dikembangkan untuk penelitian selanjutnya misalnya bagaimana model persediaan jika diaplikasikan pada kasus keputusan *inventory* desentralisasi. Kemudian juga bisa menambahkan bagaimana mengelola persediaan jika produk substitusi lebih dari satu. Serta dapat mempertimbangkan adanya perubahan *demand* (*demand probabilistik*) dalam konteks yang sama. Selain itu juga bisa memperluas penelitian ini dengan tidak hanya menghitung total biaya persediaan yang dikeluarkan tetapi juga keuntungan yang diharapkan.

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

Penulis sangat berterima kasih kepada semua dosen dan teman-teman yang telah membantu penelitian ini. Paper ini didanai oleh beasiswa *fresh graduate* Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

#### **PUSTAKA**

- Bendoly, Elliot. (2004). *Integrated inventory pooling for firms servicing both on-line and store demand*, Computers & Operation Research. Vol. 31. Pp. 1465-1480
- Bin, Liu, Z. Rong, and X. Meidan. (2010). *Joint decision on production and pricing for online dual channel supply chain system*, Applied Mathematical Modelling. Vol. 34, No. 12. Pp. 4208-4218
- Bretthauer, Kurt M., S. Mahar, and M. A. Venkataramanan. (2010). *Inventory and distribution strategies for retail / e-tail organizations*, Computers & Industrial Engineering. Vol. 58, No. 1. Pp. 119-132
- Chiang, Wei-yu K. and George E. Monahan. (2005). *Managing inventories in a two-echelon dual-channel supply chain*, European Journal of Operational Research. Vol. 162. Pp. 325-341
- Chiang, Wei-yu K. (2010). *Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution*, European Journal of Operational Research. Vol. 200. Pp. 111-126
- Gao, Jun-Jun., T-T. Shi, and Y. Liu. (2012). *Integration model of dynamic inventory replenishment and pricing based on estimating demand substitution for PC products*, Contemporary Management Research. Vol. 8, No. 4. Pp. 341-360
- Gurler, Ulku and Agcagul Yilmaz. (2010). *Inventory and coordination issues with two substitutable products*, Applied Mathematical Modelling. Vol 34, No. 3. Pp. 539-551
- Hoseinia, M., M. M. S. Esfahani, F. Didehvar, and A. Hagh. (2013). *Inventory competition in a multi channel distribution system: The Nash and Stackelberg game*, Scientia Iranica. Vol. 20, No. 3. Pp. 846-854
- Hsiao, Yu-Cheng. (2008). *Integrated logistic and inventory model for a two-stage supply chain controlled by the reorder and shipping points with sharing information*, Int . J . Production Economics. Vol. 115. Pp. 229-235
- Huang, Song, C. Yang, and X. Zhang. (2012). *Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with*, Computers & Industrial Engineering. Vol. 62, No. 1. Pp. 70-83
- Huang, Song, C. Yang, and H. Liu. (2013). *Pricing and production decisions in a dual-channel supply chain when production costs are disrupted*, Economic Modelling. Vol. 30. Pp. 521-538
- Mahar, Stephen, K. M. Bretthauer, and M. A. Venkataramanan. (2009). *The value of virtual pooling in dual sales channel supply chains*, European Journal of Operational Research. Vol. 192. Pp. 561-575
- Mahar, Stephen, P. A. Salzarulo, and P. D. Wright. (2012). *Using online pickup site inclusion policies to manage demand in retail / E-tail organizations*, Computers and Operation Research. Vol. 39, No. 5. Pp. 991-999
- Netessine, Serguei and Nils Rudi. (2003b). *Centralized and competitive inventory models with demand substitution*, Operations Research. Vol. 51, No. 2. Pp. 329-329
- Pujawan, I. N. dan Mahendrawati ER., (2010), *Supply Chain Management, 2<sup>nd</sup>ed*, Surabaya : Guna Widya.
- Salameh, Moueen. K., A. a. Yassine, B. Maddah, and L. Ghaddar. (2014). *Joint replenishment model with substitution*, Applied Mathematical Modelling. Vol. 38, No. 14. Pp. 3662-3671

- Smith, Stephen A. and Narendra Agrawal. (2000). *Management of multi-item retail inventory systems with demand substitution*, Operations Research. Vol. 48, No. 1. Pp. 50-64
- Takahashi, Katsuhiko, T. Aoi, D. Hirotsu, and K. Morikawa. (2010). *Inventory control in a two-echelon dual-channel supply chain with setup of production and delivery*, Intern. Journal of Production Economics. Pp. 1-13
- Tan, Baris and Selcuk Karabatli. (2013). *Retail inventory management with stock-out based dynamic demand substitution*, Intern. Journal of Production Economics. Vol. 145, No. 1. Pp. 78-87
- Tang, Christopher. S. and Rui Yin. (2007). *Joint ordering and pricing strategies for managing substitutable products*, Production and Operations Management. Vol. 16, No. 1. Pp. 138-153
- Teimoury, E., H. Mirzahosseini, and A. Kabo. (2008). *A mathematical method for managing inventories in a dual channel supply chain*, International Journal of Industrial Eng. & Production Research. Vol. 19, No. 4. Pp. 31-37
- Widodo, Erwin, K. Takahashi, M. Katsumi, I. N. Pujawan, and B. Santosa. (2011). *Managing sales return in dual sales channel : Its product substitution and return channel analysis*, Int. J. Industrial and Systems Engineering. Vol. 9. Pp. 121-129
- Yao, Dong-Qing., X. Yue, S. K. Mukhopadhyay, and Z. Wang. (2009). *Strategic inventory deployment for retail and e-tail stores*, Omega. Vol. 37. Pp. 646-658
- Yao, Yuliang, Y. Dong, and M. Dresner. (2010). *Managing supply chain backorders under vendor managed inventory: An incentive approach and empirical analysis*, European Journal of Operational Research. Vol. 203, No. 2. Pp. 350-359

## MODEL OPTIMASI *PRICING* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN RISIKO *ONLINE CHANNEL* DALAM *DUAL-CHANNEL SUPPLY CHAIN*

Putri Nida Nurmaram<sup>1</sup>, Erwin Widodo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, ITS

Kampus ITS Sukolilo 60111

~~Telp.~~ (031) 5939361

E-mail: [erwin@ie.its.ac.id](mailto:erwin@ie.its.ac.id)

<sup>2</sup>) Corresponding author

### ABSTRAKS

Era globalisasi mendorong berkembangnya sistem *dual-channel supply-chain (DCSC)*. Sistem ini memungkinkan pamanufaktur untuk mendistribusikan produk melalui *retailer (offline channel)* dan *online channel* secara simultan. Sistem *DCSC* memberikan manfaat peningkatan volume penjualan dan jangkauan pasar secara bersamaan kepada entitas bisnis yang menerapkannya. Namun, *DCSC* juga memiliki konsekuensi operasional berupa konflik antar *channel*. Hal ini perlu diantisipasi dengan baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah penerapan *pricing* yang komprehensif. Keputusan *pricing* merupakan keputusan yang melibatkan banyak pertimbangan, termasuk risiko. Risiko-risiko pada *online sales* seperti *customer acceptance*, perpindahan *customer* akibat *lead time*, penerapan *cash on delivery (COD)* dan *sales return* adalah masalah-masalah yang menarik untuk diamati lebih mendalam. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diusulkan model optimasi harga jual produk dalam sistem *DCSC* yang melibatkan perhitungan risiko pada *channel online*. Hasil dari optimasi yang dilakukan pada model berupa komposisi harga jual pada tiap *channel*. Jika dibandingkan dengan hasil optimasi model tanpa risiko maka ditemukan komposisi harga jual berbeda-beda.

**Kata Kunci:** *dual-channel supply-chain, pricing, risiko*

### PENDAHULUAN

Pengaruh globalisasi menyebabkan konsep *e-commerce* semakin berkembang dan banyak diaplikasikan. Salah satu contoh dari perkembangan *e-commerce* adalah sistem *dual channel supply chain*. *Dual channel supply chain (DCSC)* dapat didefinisikan sebagai suatu sistem dimana *manufacturer (supplier)* dapat mendistribusikan produk yang serupa melalui *retailer* dan *online channel* secara simultan (Hua et al., 2010).

Sistem *DCSC* memiliki banyak manfaat bagi entitas di dalamnya. Bagi *manufacturer*, sistem ini membantu dalam melakukan ekspansi terhadap segmen pasar, mengontrol harga jual produk, dan meningkatkan pertumbuhan pendapatan (Hua et al., 2010). Adanya *DCSC* dapat memperpanjang hubungan dengan *customer* melalui memberikan produk yang dibutuhkan *customer*, informasi, *service*, dan pendukung lainnya melalui *synchronized channels* (Rangaswamy and Van Bruggen, 2005).

Selain manfaat, sistem *DCSC* membawa konsekuensi operasional berupa *channel conflict* (Tsay and Agrawal, 2004). Dimana, dengan kemunculan *online channel*, *offline channel* harus berbagi *market share*. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimasi *channel conflict* adalah strategi penetapan harga (Goldkuhl, 2005).

Dalam prakteknya, penetapan harga tiap *channel* dalam *DCSC* dilakukan secara intuitif. Padahal, harga yang ditetapkan belum tentu sesuai dengan harga optimal yang seharusnya. Oleh karena itu, diperlukan model untuk membantu para pengambil keputusan dalam menentukan harga jual produk optimal.

Ada beberapa model *pricing* yang diusulkan para peneliti antara lain: risiko pada *demand* dan *cost* dan dihadapi oleh kedua *channel*, yaitu Huang (2012) dan Huang (2013), perpindahan *customer* akibat *lead time* (Hua et al., 2010), tingkat penerimaan *customer* terhadap *online* (Yue and Liu, 2006), dan adanya *sales return* (Widodo et al., 2011).

Penjualan produk khususnya melalui *online channel* sering kali dihadapkan pada beberapa risiko sekaligus. Oleh karena itu, perlu model *pricing* yang mengintegrasikan risiko-risiko pada *online sales* seperti *customer acceptance*, perpindahan *customer* akibat *lead time*, penerapan *cash on delivery (COD)* dan *sales return*. Hasil optimasi dari model berupa komposisi harga jual produk pada tiap *channel*. Solusi ini dapat pula dibandingkan dengan model tanpa risiko. Melalui perbandingan yang dilakukan dapat ditentukan suatu kondisi dimana model dengan dan tanpa risiko dinilai lebih menguntungkan, baik dari sudut pandang individu maupun sistem *DCSC*.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Dual channel supply chain* (DCSC) dapat didefinisikan sebagai suatu sistem dimana *manufacturer* (*supplier*) dapat mendistribusikan produk yang serupa melalui *retailer channel* dan *online channel* secara simultan (Hua et al., 2010).

DCSC memiliki banyak manfaat baik dari sudut pandang customer (Rangaswamy & Van Bruggen, 2005, Dumrongsiri et al., 2008), retailer (Yan, 2009), dan manufacturer (Hua et al., 2010). Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat diketahui bahwa manfaat dari sistem DCSC yang utama mencakup dua hal, yaitu memperluas segmen pasar dan meningkatkan keuntungan.

Selain manfaat yang bisa diperoleh, sistem DCSC memunculkan sejumlah konsekuensi. Konsekuensi tersebut adalah channel konflik. Konflik yang terjadi dalam DCSC dapat dikategorikan dalam dua hal, yaitu vertikal dan horizontal (Xu et al., 2014).

*Channel conflict* dapat diminimasi dengan *pricing*. Pricing menjadi penting dalam DCSC, karena *price* merupakan parameter utama yang berpengaruh signifikan terhadap pendapatan perusahaan (Dolgui and Proth, 2010). Secara umum, strategi dalam penetapan harga terbagi menjadi dua yaitu strategi *consistent* dan *inconsistent pricing* (Cai et al., 2009).

Pada prakteknya, penetapan harga di lapangan, dilakukan secara intuitif. Padahal, diketahui bahwa persaingan antar pelaku dalam *dual channel supply chain* menyebabkan perubahan dalam perilaku penetapan harga (Dan et al., 2012). Sehingga, pelaku *dual channel supply chain*, perlu strategi penetapan harga yang baik agar dapat memfasilitasi keuntungan baik dari sudut pandang individu maupun sistem DCSC.

Penetapan harga dalam DCSC sangat terkait erat dengan karakteristik sistem yang kompleks. Untuk dapat memilih strategi yang bisa diterapkan, diperlukan pemahaman terhadap kondisi sistem lebih mendalam, termasuk risiko pada sistem. Menurut Jüttner (2003), istilah risiko digunakan untuk merujuk kepada variabel lingkungan yang tidak pasti, baik internal maupun eksternal, yang mengurangi hasil prediktabilitas. Dalam DCSC, risiko sangat erat kaitannya dengan karakteristik dan layanan dari tiap *channel*. *Online channel* memiliki keunikan sehingga menarik untuk meneliti risiko pada *channel* tersebut.

Ada beberapa contoh penelitian yang mempertimbangkan aspek risiko dalam sistem DCSC. Risiko pada *demand* dan *cost* dan dihadapi oleh kedua *channel*, yaitu Huang (2012) dan Huang (2013), perpindahan *customer* akibat *lead time* (Hua et al., 2010), tingkat penerimaan *customer* terhadap *online* (Yue and Liu, 2006), dan adanya *sales return* (Widodo et al., 2011). Selain risiko-risiko tersebut juga terdapat risiko lain yang belum diamati secara khusus yaitu layanan Cash On Delivery (COD).

COD memungkinkan *customer* untuk melakukan pembayaran pada saat barang dikirimkan. COD merupakan layanan yang diminati oleh *customer*. Di India, *online channel* seperti [Myntra.com](http://Myntra.com) dan Fashion and You menerapkan tingkat layanan COD 60% (Iyer, 2012). Di Polandia, tingkat layanan COD pada *online channel* sekitar 40% (Polasik & Fiszeder, 2009). Di sisi lain, layanan ini juga memiliki risiko yang bersifat negatif. Akibat COD terjadi kenaikan *return* sebesar 30-40% (Sharma, 2012). *Online channel* juga mengeluarkan biaya tambahan Rs 35-65 per transaksi untuk layanan COD (Iyer, 2012).

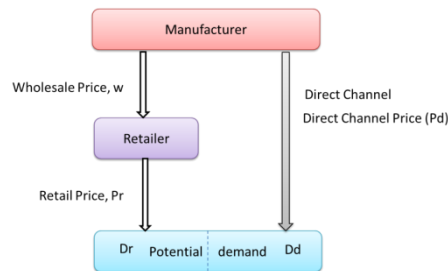
Berdasarkan kondisi yang terjadi dalam sistem DCSC, aspek risiko merupakan area masih menarik untuk diteliti. Namun, risiko yang diakomodasi dalam penelitian-penelitian sebelumnya hanya satu jenis. Padahal, *online channel* dapat menghadapi beberapa risiko sekaligus. Oleh karena itu, menjadi hal yang penting untuk memasukkan beberapa risiko *online* ini sebagai pertimbangan pada penentuan harga jual optimal dalam sistem DCSC.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap awal dilakukan penyusunan model matematis untuk sistem DCSC tanpa dan dengan mempertimbangkan risiko pada *online channel*. Model tersebut terdiri dari beberapa komponen yaitu parameter, fungsi tujuan profitabilitas, variabel keputusan, serta beberapa fungsi pembatas. Setelah model terbentuk secara lengkap, dilakukan pengumpulan data parameter model. Data parameter inilah yang akan digunakan untuk pencarian solusi awal. Setelah pengumpulan parameter dilakukan verifikasi dan validasi. Setelah model dinyatakan terverifikasi dan tervalidasi maka dilakukan percobaan numerik. Percobaan numerik dilakukan untuk mendapatkan *price* dengan proses optimasi dari model DCSC tanpa dan dengan mempertimbangkan risiko pada *online channel*. Perhitungan dalam percobaan numerik ini dilakukan dengan teknik solusi *sequential quadratic programming* dengan bantuan software MATLAB. Setelah didapatkan solusi dan dilakukan analisis sensitivitas maka tahap selanjutnya adalah melakukan interpretasi dan analisis dari hasil. Selanjutnya, berdasar hasil yang didapatkan pada interpretasi dan analisis, seluruh hasil penelitian akan disimpulkan. Melalui aktivitas menyimpulkan hasil penelitian, dapat diperoleh generalisasi dari sistem sekaligus saran untuk penelitian selanjutnya.

## SISTEM YANG DIAMATI

Adapun gambaran mengenai sistem DCSC terdapat pada Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1. Sistem DCSC**

Berdasarkan ilustrasi pada Gambar 1. dapat diketahui bahwa struktur dasar sistem DCSC terdiri dari satu *manufacturer* dan satu independen *retailer*. Keduanya berperan dalam distribusi barang ke pada *customer* secara simultan.

Adapun sejumlah asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Customer acceptance, lead time, COD, dan sales return*, hanya terjadi pada *online channel*.
- Warehouse* langsung menerima barang dari *manufacturer* dan bekerja sama dengan *online channel* untuk mengirimkan produk langsung kepada *customer*.
- Setiap *sales return* yang terjadi ditangani melalui mekanisme substitusi produk oleh *online channel*.
- Tidak ada *defect* pada *sales return*, sehingga produk yang dikembalikan akan dibawa ke *warehouse* dan dijual di *second market*.
- Barang yang ditolak customer pada saat COD akan dikembalikan ke *warehouse* dan dijual di *second market*.

Notasi- notasi yang digunakan selama penyusunan model adalah sebagai berikut:

- $\alpha$  = Lead time sensitivity to online channel
- $\beta$  = Lead time sensitivity to retailer channel
- $\theta$  = Customer acceptance to online channel
- $\lambda$  = Probability of COD success
- $\mu$  = COD percentage
- $a$  = Demand base level
- $b_{1,2}$  = Price elasticity
- $c_{1,2}$  = Cross-price sensitivity
- $c_c$  = Collecting cost per transaction
- $C_c$  = Total collecting cost
- $c_d$  = Online marginal cost
- $c_h$  = Handling cost per transaction
- $C_h$  = Total handling cost
- $c_d$  = Online marginal cost
- $D_d$  = Demand online channel
- $D_r$  = Demand retailer channel
- $l$  = Lead time
- $P_d$  = Online price
- $P_r$  = Retail price
- $vd$  = Salvage value per unit
- $Vd$  = Total salvage value
- $w$  = Wholesale price

## PENGEMBANGAN MODEL

a. Model DCSC Tanpa Risiko pada Online Channel

• Fungsi Permintaan

Dalam model DCSC, diasumsikan fungsi permintaan *linier in self* dan *cross price effect* (Yue and Liu, 2006). *Linier in self* artinya ada hubungan yang linier antara jumlah permintaan dengan harga yang ditawarkan. Pada umumnya, semakin rendah harga yang ditawarkan maka jumlah permintaan akan meningkat. Sedangkan *cross price effect* artinya jumlah permintaan dipengaruhi oleh harga yang ditetapkan oleh *channel* lain.

Sehingga, secara matematis fungsi permintaan *retailer channel* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$D_r = (1 - \theta)a - b_2 P_r + c_2 P_d \quad (1)$$

Sedangkan, fungsi permintaan *online channel* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$D_d = \theta a - b_1 P_d + c_1 P_r \quad (2)$$

• Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dalam model keuntungan DCSC adalah maksimasi keuntungan. Dimana keuntungan merupakan selisih antara pendapatan dan biaya yang dikeluarkan.

Fungsi keuntungan *traditional retailer channel*:

$$\pi_r = (P_r - w)D_r \quad (3)$$

Fungsi keuntungan *manufacturer*:

$$\pi_m = (w - c_r)D_r + (P_d - c_d)D_d \quad (4)$$

Fungsi keuntungan sistem DCSC merupakan penjumlahan antara keuntungan *traditional retailer channel* dan *manufacturer*. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\pi_c = (P_r - c_r)D_r + (P_d - c_d)D_d \quad (5)$$

• Fungsi Pembatas

Fungsi pembatas dalam model keuntungan DCSC antara lain:

- Harga jual produk pada tiap *channel* harus lebih besar atau sama dengan *marginal cost*.
- *Wholesale price* tidak boleh lebih tinggi dari *online price*.
- Kuantitas permintaan tidak boleh bernilai negatif.
- Jumlah permintaan retail dan direct channel tidak melebihi jumlah permintaan maksimum.

b. Model DCSC dengan Risiko pada Online Channel

Model DCSC dengan risiko pada *online channel* merupakan model optimasi keuntungan sistem DCSC yang dapat digunakan untuk menentukan harga jual produk yang optimal pada masing- masing *channel*. Adapun sejumlah fitur baru yang terdapat pada model DCSC dengan risiko pada *online channel* antara lain:

- Mempertimbangkan sejumlah risiko yang terjadi pada *online channel* seperti adanya *customer acceptance*, perpindahan *customer* akibat *lead time*, penerapan *cash on delivery (COD)* dan *sales return* dan konsekuensinya pada komposisi permintaan.
- Mempertimbangkan konsekuensi COD terhadap keuntungan dan biaya sistem.
- Mempertimbangkan konsekuensi mekanisme substitusi pada *sales return* terhadap keuntungan dan biaya sistem.

Komponen model DCSC dengan risiko pada *online channel* secara lengkap dapat dijelaskan sebagai berikut:

• Fungsi permintaan

Fungsi permintaan *retailer* pada model DCSC dengan mempertimbangkan risiko adalah sebagai berikut:

$$D_r = ((1 - \theta)a - b_2 P_r + c_2 P_d) + \beta l \quad (6)$$

Fungsi permintaan *online channel* pada model DCSC dengan mempertimbangkan risiko adalah sebagai berikut:

$$D_d = A + B + C \quad (7)$$

Dimana:

$$A = (1 - r)[(1 - \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) + (\lambda \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l)] \quad (8)$$

$$B = (r)[((1 - \mu)[(\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l]) + (\lambda \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l)] \quad (9)$$

$$C = ((1 - \lambda)\mu) ((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan (7) dapat ditunjukkan komposisi permintaan *online channel*. Suku pertama merupakan permintaan tanpa *sales return* untuk pembelian tanpa COD dan COD yang sukses. Suku kedua merupakan permintaan dengan *sales return* yang terjadi pada pembelian tanpa COD dan COD yang sukses. Suku ketiga merupakan pembelian dengan COD yang gagal sehingga tidak terdapat *sales return*.

- Fungsi keuntungan

Fungsi keuntungan *retailer channel* adalah sebagai berikut:

$$\pi_r = (P_r - w)D_r \quad (11)$$

Fungsi keuntungan *manufacturer*:

$$\pi_m = (w - c_r)D_r + (P_d - c_d)D_d - R_d + S_d - C_h - L_d - C_c + V_d \quad (12)$$

Dimana:

$$R_d = P_d (r) \left[ \begin{array}{l} ((1 - \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l)) + \\ (\lambda \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \end{array} \right] \quad (13)$$

$$S_d = (P_d - c_d)(r) \left[ \begin{array}{l} ((1 - \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l)) + (\lambda \mu) \\ ((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \end{array} \right] \quad (14)$$

$$C_h = c_h(r)[((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l)] \quad (15)$$

$$C_c = c_c(\mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \quad (16)$$

$$L_d = P_d((1 - \lambda)\mu) ((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \quad (17)$$

$$V_d = v_d \left( r \left[ \begin{array}{l} ((1 - \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l)) + \\ (\lambda \mu)((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \end{array} \right] + \right. \\ \left. ((1 - \lambda)\mu) ((\theta a - b_1 P_d + c_1 P_r) - \alpha l) \right) \quad (18)$$

Berdasarkan persamaan (9) dapat ditunjukkan komposisi fungsi tujuan terdiri dari pendapatan dan biaya. Suku pertama merupakan keuntungan *manufacturer* karena menjual produk pada *retailer*. Suku kedua merupakan keuntungan *manufacturer* karena menjual produk di *online channel*. Suku ketiga merupakan pendapatan yang hilang akibat *sales return*. Suku keempat merupakan keuntungan karena melakukan substitusi pada kasus *sales return*. Suku kelima merupakan biaya *handling* akibat adanya *sales return*. Suku keenam merupakan *cancel payment* akibat COD gagal. Suku ketujuh merupakan biaya *collecting*

akibat adanya COD. Suku kedelapan merupakan pendapatan dari *salvage value* barang yang dikembalikan ke *warehouse*.

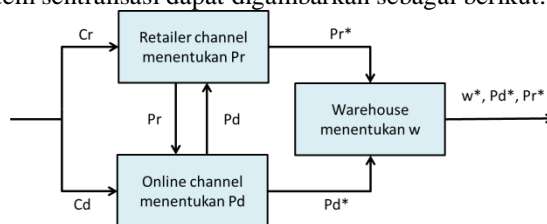
- Fungsi pembatas

Fungsi pembatas dalam model DCSC dengan mempertimbangkan risiko pada *online* sama dengan fungsi pembatas dalam model DCSC tanpa mempertimbangkan risiko pada *online*.

### PERCOBAAN NUMERIK

Pencarian solusi optimal dari model DCSC tanpa dan dengan mempertimbangkan risiko pada *online channel* dilakukan dengan satu skema utama, yaitu sentralisasi.

Langkah optimasi dari sistem sentralisasi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Skema Optimasi Sistem Sentralisasi

Dalam skema sistem sentralisasi skema pengambilan keputusan dilakukan secara terpusat yaitu oleh manufacturer. Pengambilan keputusan memiliki tujuan untuk memaksimalkan keuntungan secara sistem. Pengambil keputusan akan menentukan harga jual pada tiap *channel* secara simultan.

Dalam percobaan numerik dilakukan pencarian solusi awal terhadap skenario yang dibuat. Dimana, Skenario 1 menunjukkan model DCSC tanpa risiko pada *online channel*. Skenario 2 modifikasi dari Skenario 1 dengan menambahkan batasan harga maksimal. Skenario 3 menunjukkan model DCSC tanpa risiko pada *online channel*. Skenario 4 modifikasi dari Skenario 3 dengan menambahkan batasan harga maksimal. Adapun set parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Set Parameter

Skenario 1&2	$\theta$	a	b1	b2	c1	c2	cd	cr	
		0,40	200	0,5	0,5	0,25	0,25	100	100
Skenario 3&4	$\theta$	a	b1	b2	c1	c2	cd	cr	
		0,40	200	0,5	0,5	0,25	0,25	100	100
	$\alpha$	$\beta$	$\mu$	$\lambda$	r	cc	ch	vd	l
	0,05	0,0475	0,3	0,7	0,26	5	10	75	3

Optimasi dari berbagai skenario yang dibuat menghasilkan solusi awal sebagai berikut:

Tabel 2. Solusi Awal

Skenario	Pd	Pr	W	Dd	Dr	Profit manufacturer	Profit retailer	Profit sistem
1	236.666	263.333	184.902	28	48	8.524.521	3.725.480	12.250.001
2	200.000	200.000	110.000	30	70	3.700.000	6.300.000	10.000.000
3	251.629	263.125	191.519	20	51	6.716.136	3.686.828	10.402.964
4	200.000	200.000	110.000	30	70	2.329.931	6.312.825	8.642.756

Berdasarkan hasil optimasi yang terangkum dalam Tabel 2, dapat dijelaskan beberapa hal sebagai berikut:

- Pada kondisi tanpa memperhatikan risiko pada *online channel*, didapatkan komposisi harga jual produk pada *online channel* Rp 236.666,00, *retailer* Rp 263.333,00, dan *wholesale* Rp 184.902,00.
- Pada kondisi tanpa memperhatikan risiko pada *online channel* dan menggunakan batasan harga jual tertinggi, didapatkan komposisi harga jual produk pada *online channel* Rp 200.000,00, *retailer* Rp 200.000,00, dan *wholesale* Rp 110.000,00.
- Pada kondisi dengan memperhatikan risiko pada *online channel*, didapatkan komposisi harga jual produk pada *online channel* Rp 251.629,00, *retailer* Rp 263.125,00, dan *wholesale* Rp 191.519,00.



- d. Pada kondisi dengan memperhatikan risiko pada *online channel* dan menggunakan batasan harga jual tertinggi, didapatkan komposisi harga jual produk pada *online channel* Rp 200.000,00, *retailer* Rp 200.000,00, dan *wholesale* Rp 110.000,00.

### HASIL SEMENTARA

Berdasarkan hasil percobaan numerik dapat diinterpretasikan beberapa hal utama sebagai berikut:

- a. Model menghasilkan solusi optimum yang berbeda. Hal ini ditandai dengan komposisi harga yang berbeda pada tiap skenario.
- b. Dengan mempertimbangkan risiko pada *online channel*, harga jual produk pada *online channel* mendekati harga jual produk pada *retailer*.
- c. Jumlah permintaan yang dapat dipenuhi oleh model DCSC dengan risiko pada *online channel* lebih rendah dibandingkan dengan model DCSC tanpa risiko pada *online channel*.
- d. Pada kondisi tertentu, seperti yang dicobakan pada kondisi awal, model DCSC dengan risiko menghasilkan profit yang lebih rendah dibanding model tanpa risiko.
- e. Adanya batasan harga jual maksimum, membuat harga jual dan keuntungan sistem menurun namun jumlah permintaan yang dapat dipenuhi meningkat.

### PENELITIAN SELANJUTNYA

Model ini akan dikembangkan lebih lanjut, baik dalam hal percobaan numerik maupun pengembangan model. Sehingga, dengan pengembangan yang dilakukan dapat menghasilkan temuan-temuan baru yang dapat berkontribusi pada pengembangan teoritis dan praktis di lapangan. Adapun peluang dalam pengembangan model selanjutnya antara lain memperhatikan risiko pada kedua *channel*, memperhatikan hubungan antara risiko dengan perilaku pengambil keputusan terhadap risiko yang dihadapinya, serta membandingkan beberapa skema alternatif dalam pengelolaan risiko.

### ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini merupakan bagian dari pengerjaan tesis untuk memperoleh gelar Magister Teknik dalam program studi Teknik Industri khususnya bidang Manajemen Logistik dan Rantai Pasok, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penelitian ini juga dapat terselenggara atas dukungan dari beasiswa Fresh Graduate Pascasarjana ITS.

### PUSTAKA

- Cai, G., Zhang, Z. G., & Zhang, M. (2009). *Game theoretical perspectives on dual-channel supply chain competition with price discounts and pricing schemes*, Int. J. Production Economics. Vol. 117. Pp. 80–96.
- Dan, B., Xu, G., & Liu, C. (2012). *Pricing policies in a dual-channel supply chain with retail services*, Int. J. Production Economics. Vol. 139. Pp. 312–320.
- Dolgui, A., & Proth, J.-M. (2010). *Pricing strategies and models*, Annual Reviews in Control. Vol. 34. Pp. 101-110.
- Dumrongsiri, A., Fan, M., Jain, A., & Moinszadeh, K. (2008). *A supply chain model with direct and retail channels*, European Journal of Operational Research. Vol. 187. Pp. 691–718.
- Goldkuhl, L. (2005). *Multiple Marketing Channel Conflict with a Focus on the Internet*. Luleå University of Technology, Luleå.
- Hua, G., Wang, S., & Cheng, T. C. E. (2010). *Price and lead time decisions in dual-channel supply chains*, European Journal of Operational Research. Vol. 205. Pp. 113–126.
- Huang, S., Yang, C., & Liu, H. (2013). *Pricing and production decisions in a dual-channel supply chain when production costs are disrupted*, Economic Modelling. Vol. 30. Pp. 521–538.
- Huang, S., Yang, C., & Zhang, X. (2012). *Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with demand disruptions*, Computers and Industrial Engineering. Vol. 62. Pp. 70–83.
- Iyer, S. (2012). *Cash on delivery eroding margins of e-commerce firms*. Tersedia: [http://articles.economicstimes.indiatimes.com/2012-03-13/news/31159922\\_1\\_online-retailers-online-transactions-cash](http://articles.economicstimes.indiatimes.com/2012-03-13/news/31159922_1_online-retailers-online-transactions-cash) [Diakses 20 May 2014].
- Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). *SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT: OUTLINING AN AGENDA FOR FUTURE RESEARCH*. International Journal of Logistics: Research & Applications. Vol. 6. Pp. 197-210.
- Kim, S. (2013). *Online Retailers Tackle High Rate of Customer Returns*. Tersedia: <http://abcnews.go.com/Business/online-shopping-transactions-returned/story?id=21312312> [Diakses 29 May 2014].

- Polasik, M., & Fiszeder, P. (2009). *Factors determining the acceptance of payment methods by online shops in Poland*. Nicolaus Copernicus University, Torun.
- Rangaswamy, A., & Van Bruggen, G. H. (2005). *Opportunities and challenges in multichannel marketing: An introduction to the special issue*, Journal of Interactive Marketing, Vol. 19. Pp. 5-12.
- Sharma, K. 2012. Risk Of Returns On Cash On Delivery Is 30-40 Per Cent. Tersedia: <http://www.efytimes.com/e1/fullnews.asp?edid=85093> [Diakses 20 May 2014].
- Tsay, A. A., & Agrawal, N. (2004). *Channel Conflict and Coordination in the E-Commerce Age*, Production and Operations Management. Vol. 13. Pp. 93–110.
- Widodo, E., Takahashi, K., Morikawa, K., Pujawan, I. N., & Santosa, B. (2011). *Managing sales return in dual sales channel: its product substitution and return channel analysis*, Int. J. Industrial and Systems Engineering. Vol.9. Pp. 121-149.
- Xu, G., Dan, B., Zhang, X., & Liu, C. (2014). *Coordinating a dual-channel supply chain with risk-averse under a two-way revenue sharing contract*, Int. J. Production Economics. Vol.147. Pp. 171–179.
- Yan, R. & Pei, Z., (2009). *Retail Services and Firm Profit in a Dual-Channel Market*, Journal of Retailing and Consumer Services. Vol.16, Pp. 306-314.
- Yue, X., & Liu, J. (2006). *Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain*. European Journal of Operational Research. Vol. 174. Pp. 646–667.

## OPTIMALISASI JUMLAH PESANAN DENGAN PENDEKATAN LOGIKA KABUR PADA GUDANG PUSAT LOKAL *CHAIN STORE*

Stefani Prima Dias Kristiana<sup>1\*</sup>, Andi Sudiarmo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pascasarjana Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik,  
Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika 2, Yogyakarta 55281 Indonesia

E-mail: [stefani.kristiana90@gmail.com](mailto:stefani.kristiana90@gmail.com), [a.sudiarmo@ugm.ac.id](mailto:a.sudiarmo@ugm.ac.id)

### ABSTRAKS

Salah satu contoh industri yang persaingannya semakin ketat baik dengan industri lokal, nasional, maupun internasional adalah *corporate chain store*. Masalah yang sering dihadapi oleh *corporate chain store* adalah inventori yang berlebih untuk barang-barang yang memiliki tingkat penjualan yang rendah dan *stockout* untuk barang-barang yang laku di pasaran. Maka dari itu diperlukan tingkat persediaan yang optimal agar perusahaan mampu memenuhi permintaan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk untuk menentukan jumlah pesanan yang optimal yang harus dipesan oleh gudang pusat ke *supplier* dengan membandingkan antara metode *Economic Order Quantity (EOQ)* dan integrasi logika kabur dengan pendekatan *Graded Mean Integration* berdasarkan nilai *reorder point* dari *service level* perusahaan. Biaya inventori merupakan indikator yang digunakan untuk mencapai solusi optimal. Penelitian ini dilakukan terhadap 13 produk di Supermarket X yang memiliki permintaan relatif tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, metode integrasi logika kabur menghasilkan total biaya inventori yang lebih rendah dibandingkan dengan metode *EOQ*. Hasil penghitungan kuantitas order, *reorder point*, dan *safety stock* menggunakan metode integrasi logika kabur berdasarkan nilai *reorder point* dari *service level* perusahaan memberikan penghematan biaya inventori kepada perusahaan rata-rata sebesar 37,78% dibandingkan dengan metode *EOQ*.

**Kata kunci:** biaya inventori, *EOQ*, fuzzy logic, jumlah pesanan, *safety stock*

### PENDAHULUAN

Peningkatan persaingan industri baik industri manufaktur maupun industri jasa akibat adanya perdagangan bebas menyebabkan seluruh industri berusaha untuk melakukan perbaikan berkelanjutan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitasnya. Salah satu contoh industri yang persaingannya semakin ketat baik dengan industri lokal, nasional, maupun internasional adalah *corporate chain store*. Yogyakarta merupakan salah satu wilayah yang padat penduduk dan merupakan daerah wisata sehingga memberikan prospek cukup baik bagi perkembangan *corporate chain store* berskala internasional, nasional maupun lokal. *Corporate chain store* berskala internasional dan nasional telah menggunakan jaringan *Supply Chain Management (SCM)* yang terintegrasi dengan baik, sedangkan untuk *corporate chain store* berskala lokal belum sepenuhnya menggunakan standarisasi tertentu pada jaringan rantai pasoknya, sehingga hal tersebut dapat menyebabkan timbulnya permasalahan pada pemenuhan kebutuhan konsumen akibat ketidaktersediaan barang.

Supermarket X merupakan salah satu *corporate chain store* lokal di wilayah Yogyakarta yang menggunakan jaringan *SCM* tradisional dimana penentuan kuantitas order dilakukan oleh masing-masing *store* dengan mengirim *purchase order (PO)* ke gudang pusat dan gudang pusat juga akan mengirim *purchase order* ke *supplier* untuk menentukan kuantitas order. Pada praktiknya, sering terjadi beberapa permasalahan dalam pemesanan barang dari *store* ke gudang pusat maupun dari gudang pusat ke *supplier* yakni dalam penentuan *purchase order* dengan pertimbangan *safety stock* hanya dilakukan secara *expert judgment* saja, hal tersebut dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya *overstock* ataupun *stockout*. Pendistribusian produk dari gudang ke masing-masing *store* juga sering tidak merata dan tidak sesuai dengan *purchase order* yang diminta. Hal tersebut dikarenakan manajemen pengalokasian barang oleh gudang kurang baik sehingga *store* sering mengalami kekurangan persediaan karena pengiriman yang diminta tidak sesuai dengan yang dikirim oleh gudang. Penelitian ini memberikan alternatif solusi untuk mencegah terjadinya permasalahan tersebut, yakni dengan menerapkan metode tertentu dalam menentukan jumlah pesanan yang optimal dari gudang pusat ke *supplier* untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya *overstock* maupun *stock out* sehingga pendistribusian produk dari gudang pusat ke masing-masing *retailer* juga diharapkan dapat optimal.

## TINJAUAN PUSTAKA

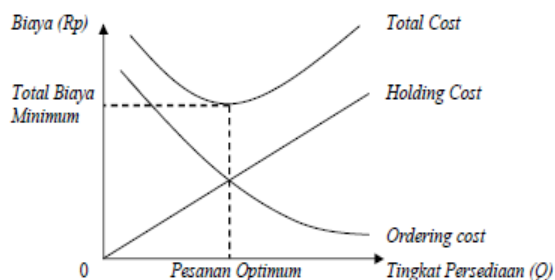
Masalah optimalisasi pemesanan bahan baku merupakan hal yang penting dalam suatu perusahaan, sehingga masalah ini terus dipelajari dan dikembangkan. Banyak metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut, salah satunya adalah model *Economic order Quantity* (EOQ). Model ini digunakan oleh Yan (2012) serta Liao & Chung (2009) dalam penentuan persediaan yang optimal khususnya untuk produk *perishable* (cepat rusak) dengan pertimbangan laju permintaan. Tujuannya adalah untuk mencapai profit yang optimal dengan persediaan yang sesuai. Lumempouw *et al.* (2012) juga menggunakan metode EOQ untuk meningkatkan efisiensi persediaan bahan bakar solar di PT. Sarana Samudra Pasifik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa metode tersebut dapat meminimalkan total biaya persediaan perusahaan sebesar Rp 7.237.494. Firdaus (2007) melakukan penghitungan kuantitas order menggunakan model EOQ dan *safety stock* menggunakan EOQ *Ordering*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk meminimalkan biaya inventori dan mencegah terjadinya *out-of-stock*. Juslanda & Oktavia (2006) melakukan analisis perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku di PT. Jaya Mulia Perkasa menggunakan metode EOQ, ROP (*Reorder Point*), dan SS (*Safety stock*). Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat pemesanan ekonomis pada setiap pemesanan bahan baku untuk kelancaran proses produksi perusahaan dan meminimasi biaya persediaan. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk menciptakan suatu pengelolaan persediaan yang efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan hasil biaya persediaan sebelum menggunakan EOQ dan sesudah menggunakan EOQ dapat diminimalisasi sebesar Rp 36.447.637. Jazuli (2011) melakukan penelitian untuk optimalisasi sistem persediaan dan distribusi dengan menggunakan model jaringan sebuah pusat distribusi, banyak suplier, dan banyak ritel. Di mana *supplier* mengirimkan produk pada pusat distribusi dan seluruh pengiriman kepada toko dilakukan atau diatur oleh pusat distribusi tersebut, jadi tidak ada *supplier* yang mengirimkan produknya secara langsung kepada toko. Penelitian tersebut menggunakan metode pengendalian Q yang memperbaiki model EOQ di mana pada metode Q ini diasumsikan permintaan bersifat acak sehingga memungkinkan terjadinya kehabisan persediaan. Selain itu juga menggunakan metode pengendalian P yang dalam pengendalian persediaannya meliputi target persediaan dari masing-masing produk sesuai dengan pola permintaannya, dengan juga memperhatikan kebijakan stok pengaman pada masing masing ritel maupun pusat distribusi.

Masalah persediaan akan menjadi kompleks apabila dihadapkan pada kondisi ketidakpastian. Ketidakpastian akan memicu risiko sehingga membutuhkan sebuah pendekatan yang tepat untuk penanganannya. Salah satu cara penyelesaian masalah yang mengandung ketidakpastian adalah dengan menggunakan pendekatan berbasis *fuzzy*. Hadiguna (2009) melakukan penelitian untuk menentukan model persediaan minyak sawit menggunakan logika *fuzzy*. Teknik defuzzifikasi yang digunakan adalah *signed distance* sehingga total biaya persediaan dapat diperoleh. Risiko mutu memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap total biaya persediaan dibandingkan dengan risiko permintaan. Maka dari itu, studi ini mengembangkan *economic production quantity* (EPQ) sebagai formulasi dasar. Hasil studi adalah peningkatan kadar risiko permintaan akan meningkatkan ukuran pemesanan sedangkan peningkatan kadar risiko mutu akan menurunkan ukuran pemesanan. Hasil penerapan EPQ-*fuzzy* dengan mempertimbangkan faktor risiko mutu sangat membantu perusahaan dalam penentuan ukuran pemesanan yang optimal. Penerapan *fuzzy number* juga sangat efektif dalam mengakomodir faktor risiko permintaan dan mutu. Metode *fuzzy* juga digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penentuan jumlah pesanan oleh Ouyang *et al.* (2010). Penelitian dilakukan terhadap *deteriorating item* dimana banyak faktor ketidakpastian yang mempengaruhi jumlah pesanan produk tersebut seperti kebijakan finansial, kebijakan moneter, dan inflasi. Oleh karena itu metode *fuzzy* merupakan model yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan penentuan pesanan yang optimal sehingga dapat meminimalkan biaya inventori. Behret & Kahraman (2011) menggunakan model *fuzzy optimization* untuk menyelesaikan masalah penentuan jumlah pesanan optimum single-produk dengan ketidakpastian permintaan yang menyebabkan ketidakpastian fungsi total biaya persediaan. Validitas dilakukan untuk menganalisis efek dari parameter-parameter model pada jumlah pemesanan optimum dan nilai biaya optimum. Model ini juga dapat dikembangkan untuk kasus multi produk dengan tujuan untuk minimalisasi biaya inventori. Siregar (2006) melakukan penelitian untuk menghitung kuantitas order optimal di PT. Braja Mukti Cakra (BMC) menggunakan model EOQ dan logika kabur. Perbandingan hasil penghitungan dari kedua metode tersebut dilihat dari eror yang dihasilkan. Hasil yang didapat bahwa metode logika kabur memberikan total biaya inventori yang lebih rendah dibandingkan model EOQ. Sedangkan Hsieh (2004) menggunakan dua model *fuzzy* inventori untuk kuantitas order dengan tipe *crisp* dan untuk kuantitas order dengan tipe *fuzzy*. Proses defuzzifikasi menggunakan metode *Graded k-preference Integration Representation*. Hasil yang didapatkan adalah ketika nilai  $k = 0,5$  dan semua parameter *fuzzy* adalah bilangan real *crisp*, solusi optimal yang diperoleh merupakan suatu model inventori klasik.

## LANDASAN TEORI

### Economic Order Quantity (EOQ)

Model dasar untuk persediaan deterministik adalah model *Economic Order Quantity* (EOQ). Model ini merupakan model sederhana yang dapat digunakan untuk menentukan ukuran pesanan yang ekonomis. Model ini mempertimbangkan dua biaya persediaan yaitu biaya pesan dan biaya simpan. Pada kenyataannya, jarang ditemukan situasi di mana seluruh parameter diketahui secara pasti. Namun terkadang model ini merupakan pendekatan yang baik untuk menggambarkan fenomena persediaan. Konsep perhitungan jumlah pemesanan ekonomis atau *Economic Order Quantity* (EOQ) cukup logis dan sederhana. Semakin sering pengisian kembali persediaan dilakukan, persediaan rata-ratanya akan semakin kecil, dan mengakibatkan biaya penyimpanan barang akan semakin kecil juga. Tetapi akan meningkatkan biaya pemesanan. Karena itu, dicari suatu keseimbangan yang paling optimal dari dua hal yang sangat bertentangan itu. Untuk mencari titik keseimbangan tersebut, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara biaya dan tingkat persediaan (Siagian, 1987)

Gambar 2 menjelaskan bahwa jika tingkat persediaan semakin besar maka pemesanan akan jarang dilakukan sehingga mengakibatkan biaya pesan akan semakin kecil. Sebaliknya jika tingkat persediaan sedikit, maka pemesanan akan semakin sering dilakukan dan biaya pesan akan semakin meningkat, sedangkan biaya simpan secara langsung tergantung pada tingkat persediaan rata-rata. Semakin banyak tingkat persediaannya, maka biaya simpan akan semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu, biaya simpan dan biaya pesan berbanding terbalik. Solusi yang optimal akan diperoleh jika total biaya minimum

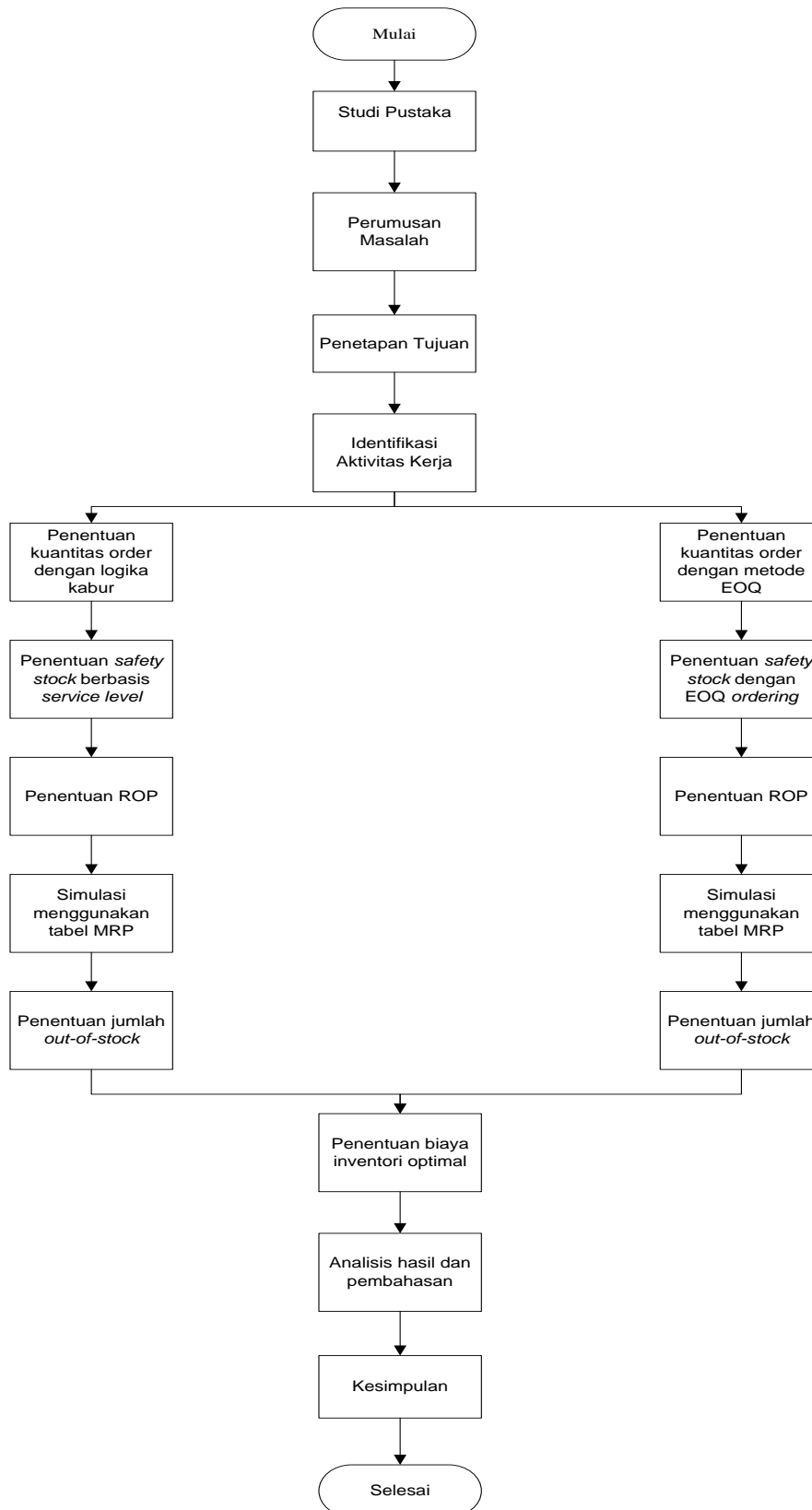
### Logika Kabur

Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bisa benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar keberadaan dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1 yang berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output dan mempunyai nilai kontinyu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Kusumadewi, 2003).

Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keaburan dan juga hitam dan putih dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat” (Zadeh, 1965). Kelebihan dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*) sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan (Kusumadewi, 2003).

### METODE PENELITIAN

Metode pengolahan data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan *fuzzy inventory model for fuzzy demand and fuzzy lead time*, di mana model tersebut telah dikembangkan oleh Hsieh (2004), dan akan dibandingkan dengan metode Economic Order Quantity (EOQ). Gambar 2 menunjukkan alur penelitian yang digunakan.

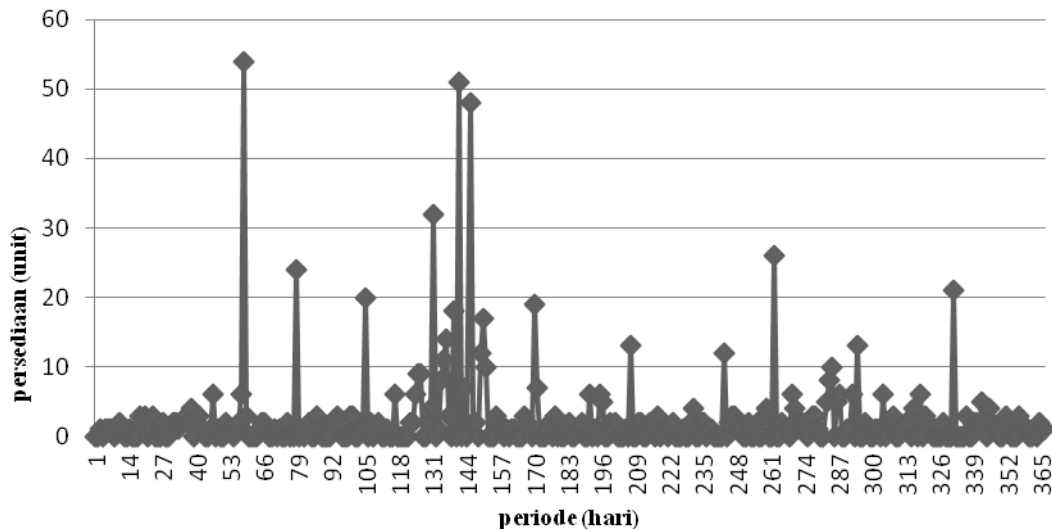


Gambar 2. Alur penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Permintaan (*demand*)

Penghitungan jumlah pesanan, *reorder point*, dan *safety stock* menggunakan data permintaan bulanan tahun 2012 untuk 13 produk di tujuh lokasi penjualan. Simulasi dengan tabel MRP sebagai proses validasi hanya dilakukan terhadap produk 1 di lokasi penjualan A karena adanya keterbatasan data permintaan harian. Gambar 3 menunjukkan pola permintaan harian produk 1 di lokasi penjualan A.



Gambar 3. Pola permintaan produk 1 di lokasi penjualan 1 tahun 2012

### Penghitungan Kuantitas Order Menggunakan Model EOQ

Alokasi produk ke tiap-tiap lokasi penjualan dapat dilakukan secara optimal apabila pemesanan produk dari gudang pusat ke *supplier* dilakukan dengan tepat sehingga meminimalisasi terjadinya *out-of-stock*. Maka dari itu, perlu dilakukan penghitungan jumlah pesanan agar gudang dapat menentukan berapa jumlah produk optimal yang harus dipesan ke *supplier*. Tabel 1 menunjukkan hasil penghitungan menggunakan metode EOQ dengan *lead time* konstan sedangkan permintaannya bervariasi untuk 13 produk.

Tabel 1. Hasil penghitungan kuantitas order, *safety stock*, dan ROP menggunakan metode EOQ

NO	PRODUK	Q (psc)	ss (pcs)	ROP (pcs)
1	Produk 1	370	4	15
2	Produk 2	740	15	90
3	Produk 3	1045	8	48
4	Produk 4	1048	12	51
5	Produk 5	1013	36	155
6	Produk 6	319	1	9
7	Produk 7	1202	7	37
8	Produk 8	845	10	106
9	Produk 9	503	8	54
10	Produk 10	473	4	37
11	Produk 11	536	4	44
12	Produk 12	655	3	12
13	Produk 13	5555	130	1106

**Penghitungan Kuantitas Order Menggunakan Integrasi Logika Kabur Berdasarkan Nilai *Reorder point* dari *Service Level* Perusahaan**

Penghitungan kuantitas order berdasarkan nilai *reorder point* dari *service level* perusahaan diperoleh dari proses *defuzzifikasi* terhadap *fuzzy number* jumlah rata-rata permintaan per hari menggunakan *Graded Mean Integration* berbasis *k-preference* dari *fuzzy* total biaya persediaan (Hsieh, 2004). Nilai *k-preference* diasumsikan 0,5 agar tidak terlalu condong ke kanan atau ke kiri dan fungsi keanggotaan yang digunakan adalah trapesium. Variabel input untuk penghitungan kuantitas order dan *safety stock* adalah D1, D2, D3, dan D4 yang merupakan *fuzzy number* jumlah permintaan per hari serta d1, d2, d3, dan d4 merupakan *fuzzy number* yang merepresentasikan jumlah permintaan selama *lead time*. Kuantitas order dan *safety stock* yang dihasilkan akan berbeda-beda nilainya tergantung dari *fuzzy number* yang menjadi input. Hasil optimal diperoleh saat total biaya persediaan yang dihasilkan minimum. Tabel 2 merupakan hasil penghitungan jumlah pesanan, *safety stock*, dan ROP optimal menggunakan integrasi logika kabur berdasarkan nilai *reorder point* dari *service level* perusahaan. \

**Tabel 2. Hasil penghitungan kuantitas order, *safety stock*, dan ROP menggunakan integrasi logika kabur berdasarkan nilai *reorder point* dari *service level* perusahaan**

NO	PRODUK	Q (psc)	ss (pcs)	ROP (pcs)
1	Produk 1	361	15	32
2	Produk 2	741	90	184
3	Produk 3	1052	130	243
4	Produk 4	1052	63	128
5	Produk 5	1156	243	491
6	Produk 6	374	5	11
7	Produk 7	1204	73	148
8	Produk 8	983	178	389
9	Produk 9	524	122	247
10	Produk 10	630	39	79
11	Produk 11	613	50	103
12	Produk 12	622	12	24
13	Produk 13	6720	2340	5491

**Validasi**

Simulasi menggunakan tabel MRP selama 1 tahun dilakukan sebagai proses validasi untuk mengukur tingkat keakuratan hasil penghitungan kedua metode dalam mencegah terjadinya *stockout* dan meminimalkan total biaya inventori masing-masing produk. Karena keterbatasan data yang didapatkan, validasi hanya dilakukan terhadap produk 1 di lokasi penjualan A. Maka dari itu jumlah pesanan, *safety stock*, dan *reorder point* dihitung berdasarkan prosentase kontribusi penjualan produk 1 di lokasi A terhadap keseluruhan penjualan produk 1 tersebut seperti tampak pada Tabel 3.

**Tabel 3. Jumlah pesanan, ROP, dan *safety stock* produk 1 di masing-masing lokasi penjualan untuk kedua metode berdasarkan prosentase kontribusi penjualan**

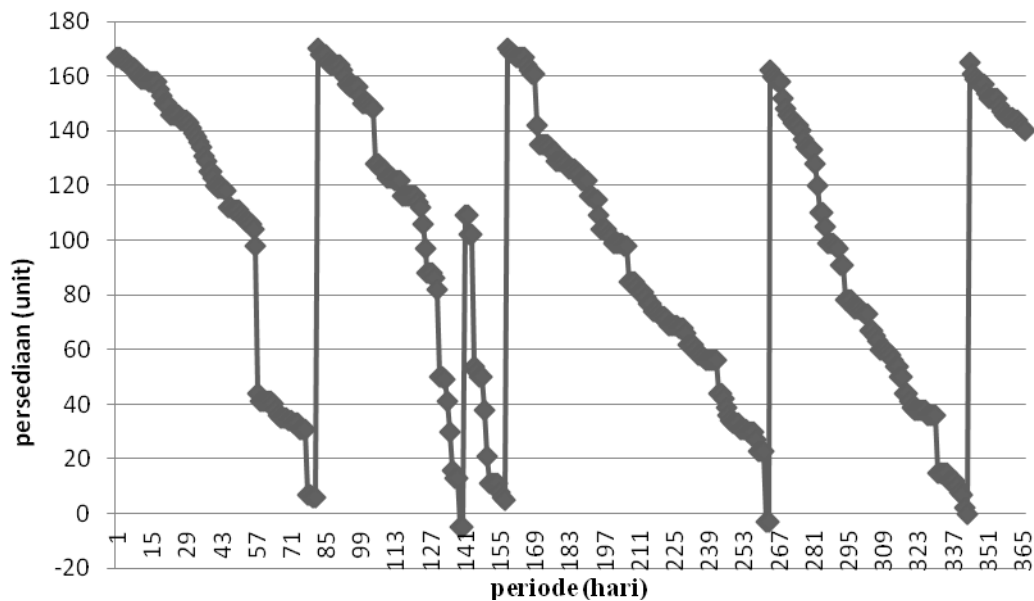
Lokasi Penjualan	Kontribusi (%)	EOQ			<i>Fuzzy Logic</i>		
		Q (unit)	ROP (unit)	SS (unit)	Q (unit)	ROP (unit)	SS (unit)
A	44,63	165	6	2	161	14	7
B	8,85	33	1	0	32	3	1
C	14,35	53	2	1	52	4	2



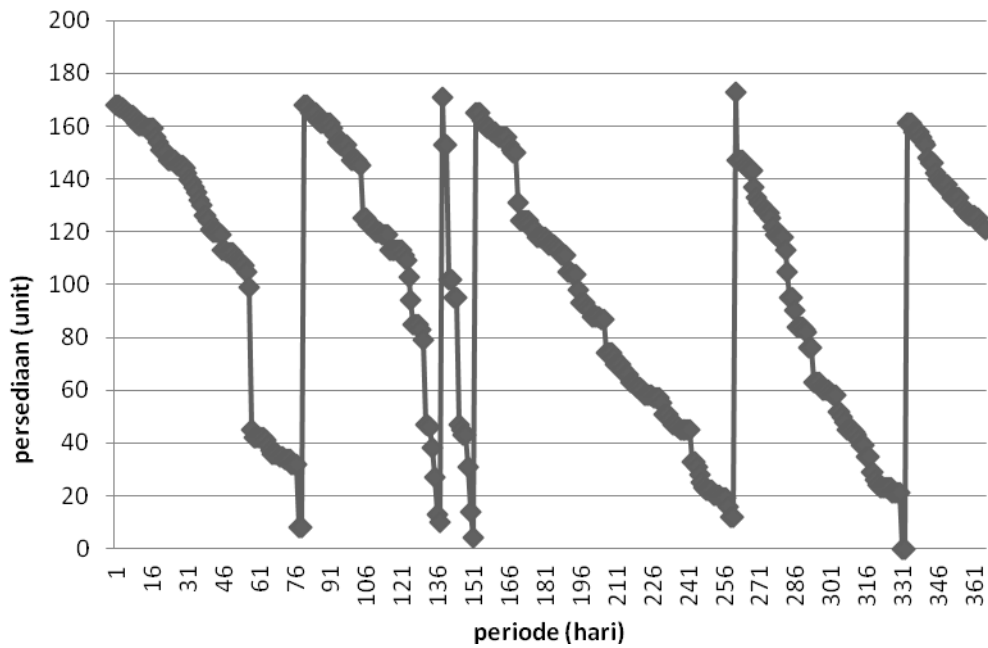
**Tabel 4. Jumlah pesanan, ROP, dan *safety stock* produk 1 di masing-masing lokasi penjualan untuk kedua metode berdasarkan prosentase kontribusi penjualan (lanjutan)**

Lokasi Penjualan	Kontribusi (%)	EOQ			Fuzzy Logic		
		Q (unit)	ROP (unit)	SS (unit)	Q (unit)	ROP (unit)	SS (unit)
D	3,72	14	1	0	13	1	1
E	11,11	41	2	0	40	4	1
F	12,47	46	2	1	45	4	2
G	4,87	18	1	0	18	2	1
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>370</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>361</b>	<b>32</b>	<b>15</b>

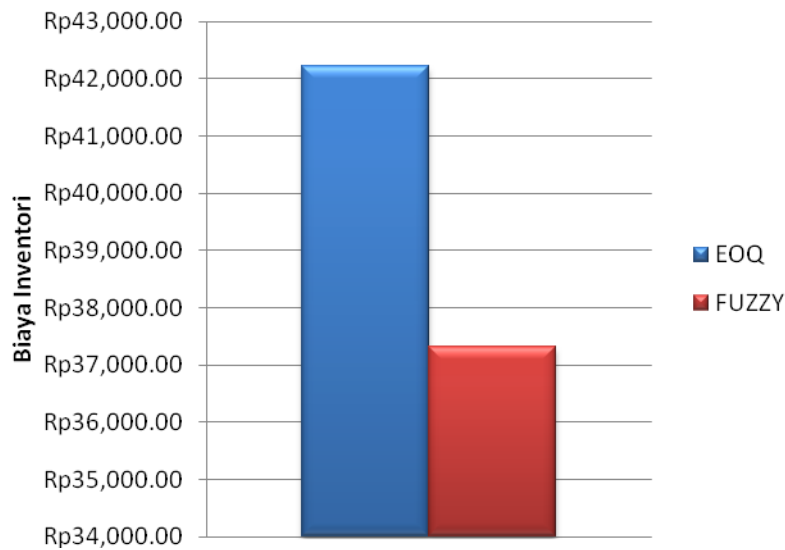
Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi untuk produk 1 di lokasi penjualan A menggunakan metode EOQ, sedangkan Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi dengan integrasi logika kabur. Hasil penghitungan menunjukkan bahwa *stockout* masih terjadi pada penghitungan dengan metode EOQ sehingga biaya inventori yang dihasilkan lebih tinggi dibanding dengan integrasi logika kabur. Gambar 6 menunjukkan perbandingan biaya inventori kedua metode sehingga dapat diketahui bahwa integrasi logika kabur memberikan penghematan biaya inventori sebesar 6,16%



**Gambar 4. Hasil simulasi menggunakan metode EOQ untuk produk 1 di lokasi penjualan 1**



Gambar 5. Hasil simulasi menggunakan integrasi logika kabur untuk produk 1 di lokasi penjualan 1



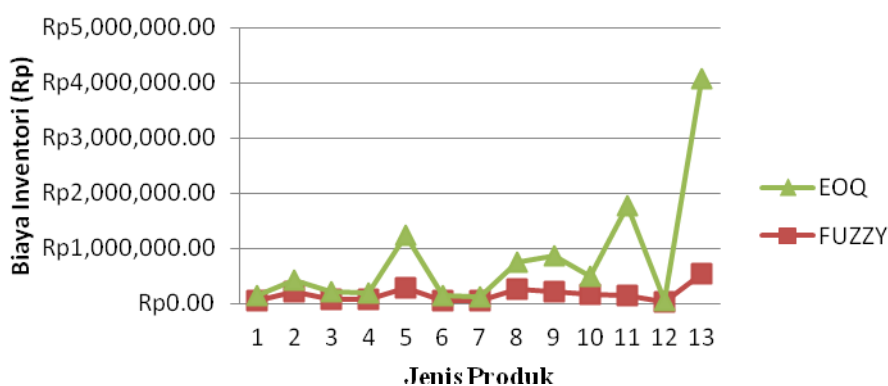
Gambar 6. Perbandingan biaya inventori metode EOQ dan logika kabur

Jika diasumsikan pola permintaan harian untuk produk 1 di lokasi penjualan B, C, D, E, F, dan G sejenis dengan pola permintaan harian produk 1 di lokasi penjualan A, maka perbandingan biaya inventori untuk kedua metode di masing-masing lokasi penjualan ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan hasil penghitungan tersebut metode integrasi logika kabur mampu memberikan penghematan biaya inventori untuk produk 1 di semua lokasi penjualan. Gambar 4 menunjukkan perbandingan biaya inventori tersebut dalam bentuk grafik.

**Tabel 5. Hasil perbandingan biaya inventori produk 1 di masing-masing lokasi penjualan**

Lokasi Penjualan	Biaya Inventori (Rp)		Penghematan (%)
	EOQ	Fuzzy logic	
B	28.341,15	26.575,41	3,22
C	30.687,27	28.214,92	4,20
D	29.266,72	25.230,56	7,41
E	31.158,01	28.705,27	4,10
F	32.943,60	28.416,03	7,38
G	26.709,95	26.191,67	0,98

Jika diasumsikan total pola permintaan harian produk lain memiliki pola yang sejenis dengan pola permintaan harian produk 1 di lokasi penjualan A, maka diperoleh hasil perbandingan biaya inventori seperti tampak pada Gambar 7, sehingga didapatkan penghematan baru seperti tampak pada Tabel 6.



**Gambar 7. Perbandingan biaya inventori 13 produk dengan metode EOQ dan fuzzy logic**

**Tabel 6. Prosentase penghematan biaya inventori menggunakan integrasi logika kabur**

No	Produk	Penghematan (%)
1	Produk 1	22,41
2	Produk 2	0,50
3	Produk 3	26,51
4	Produk 4	29,42
5	Produk 5	54,56
6	Produk 6	41,91
7	Produk 7	26,71
8	Produk 8	28,79
9	Produk 9	47,93
10	Produk 10	35,78
11	Produk 11	83,42
12	Produk 12	19,71
13	Produk 13	73,52
<b>Rata-rata</b>		<b>37,78</b>

## KESIMPULAN

Hasil penghitungan kuantitas order, *reorder point*, dan *safety stock* menggunakan metode integrasi logika kabur berdasarkan nilai *reorder point* dari *service level* perusahaan memberikan penghematan biaya inventori kepada perusahaan rata-rata sebesar 37,78% dibandingkan dengan metode EOQ.

## SARAN

1. Optimalisasi model logika kabur dilakukan dengan mencoba fungsi keanggotaan selain trapesium
2. Penghitungan *stockout* untuk produk yang diteliti menggunakan data penjualan harian yang aktual sesuai dengan tingkat penjualan masing-masing produk di tiap-tiap lokasi penjualan.
3. Dikembangkan model untuk kasus *multisupplier*

## PUSTAKA

- Behret, H., Kahraman, C. (2011). A Fuzzy Optimization Model for Single-Period Inventory Problem. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, vol. 2.
- Firdaus, S., (2007). *Evaluasi Tingkat Safety stock Dalam Replenishment Policy Berdasarkan Cycle Service Level Untuk Meminimalkan Total Biaya Persediaan (PT. Muliaglass)*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hadiguna, R. A. (2009), *Model Persediaan Minyak Sawit Kasar Di Tangki Timbun Pelabuhan*. Jurnal teknik Industri, vol. 11, no. 2, pp 111-121.
- Hsieh, C.H. (2004). *Optimization of Fuzzy Inventory Model Under Fuzzy Demand and Fuzzy Lead Time*. Journal of Management Sciences. vol 20, no. 2, pp 21-36.
- Jazuli. (2011). *Optimalisasi Sistem Persediaan Dan Distribusi Pada Pusat Distribusi Minimarket Berjaringan*. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan.
- Juslanda, Oktavia, Y. R. (2006). *Analisis perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode EOQ Pada PT. Jaya Mulia Perkasa*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Kusumadewi, S., (2003), *Artificial Intelligence*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Liao, J. J., Chung, K. J. (2009). *An EOQ Model Foer Deterioration Items Under Trade Credit Policy In A Supply chain System*. Journal of the Operations Research Society of Japan. vol. 52, no. 1, pp. 46-57.
- Lumempouw, V. E. L., Luntungan, H., Punuhsingon, C. C. (2012). *Aplikasi Metode Economic Order Quantity (EOQ) Pada Persediaan BBM Di PT. Sarana Samudera Pacific Bitung*. vol. 1, no. 1.
- Ouyang, L. Y., Tseng, J. T., Cheng, M. C. (2010). *A Fuzzy Inventory System with Deteriorating Items under Supplier Credits Linked to Ordering Quantity*. Journal of Information Science And Engineering. vol. 26, pp. 231-253.
- Siagian, P., (1987), *Penelitian Operasional (Teori dan Praktek)*, Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Siregar, Z.A. (2006). *Penentuan Quantity Order Pada Sistem Inventori Berdasarkan Logika Fuzzy*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Yao, Y., Evers, P.T., dan Dresner, M.E. (2005). *Supply Chain Integration in Vendor-Managed Inventory*. Decision Support Systems 43. pp. 663-674.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets*. Information Control. vol. 8. no. 3, pp. 338-5.

## PEMILIHAN STRATEGI BERSAING BERDASARKAN STRATEGI SUPPLY CHAIN UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PERUSAHAAN (Studi Kasus PT. Pelita Air Service)

Hery Suliantoro<sup>1</sup>, Nadya Sella Aulia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: suliantoro\_hery@yahoo.com

### ABSTRAKS

Industri penerbangan Indonesia saat ini sangat berkembang dengan pesat. Banyak perusahaan penerbangan yang telah lahir dan berkembang. Salah satu perusahaan penerbangan di Indonesia adalah PT. Pelita Air Service (PAS) yang memfokuskan pada jasa penyewaan pesawat terbang. Agar dapat terus bersaing dalam industri penerbangan, maka PT. Pelita Air Service harus mempertahankan dan meningkatkan kinerjanya. Namun pada tahun 2013, PT. Pelita Air Service belum dapat mencapai target *revenue* yang diharapkan. Selain itu, dalam aspek yang berkaitan dengan kepuasan pelanggan, kinerja perusahaan yang dinilai dalam indikator *Availability* dengan target 97% per triwulan dan *Departure Time* dengan target 90% per bulan juga belum dapat tercapai dengan baik. Pencapaian kinerja tersebut dapat dipengaruhi oleh *supply chain management* yang diterapkan perusahaan, karena telah banyak penelitian yang menyelidiki hubungan antara strategi *supply chain*, strategi bersaing dan kinerja perusahaan. Salah satunya adalah penelitian dari Soni dan Kodali (2011) yang menyelidiki peran mediasi strategi *supply chain* diantara strategi bersaing dan kinerja perusahaan. Dari penelitian tersebut ditemukan bahwa terdapat hubungan kausal antara strategi *supply chain* dengan strategi bersaing serta menemukan bahwa pilihan strategi *supply chain* dan strategi bersaing dapat mempengaruhi bisnis dan kinerja *supply chain*. Oleh karena itu, penelitian ini ingin mengambil sebuah keputusan dalam penentuan strategi bersaing untuk PT. Pelita Air Service berdasarkan strategi *supply chain* yang diterapkan oleh perusahaan guna meningkatkan kinerja perusahaan. Adapun dalam menentukan strategi bersaing yang terbaik dapat dalam *Multiple Criteria Decision Making (MCDM)*. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Analytical Network Process (ANP)*.

**Kata Kunci :** Strategi Supply Chain, Strategi Bersaing, Kinerja, ANP.

### PENDAHULUAN

Berbagai macam perusahaan penerbangan telah lahir dan berkembang di Indonesia untuk memenuhi segala permintaan jasa penerbangan, baik untuk penerbangan domestik maupun penerbangan internasional. Salah satu jenis perusahaan penerbangan adalah perusahaan penerbangan yang bergerak dalam pelayanan penyewaan pesawat (*air charter*). PT. Pelita Air Service (PAS) yang telah berdiri sejak tahun 1970 merupakan salah satu perusahaan penerbangan yang difokuskan pada pelayanan penyewaan pesawat. Dengan visinya sebagai penyedia jasa penerbangan sewaan yang paling efisien, dapat diandalkan dan terpercaya, PT. Pelita Air Service (PAS) selalu berupaya untuk memberikan jasa pelayanan dengan tingkat keselamatan yang tinggi.

Agar dapat terus bersaing dalam industri penerbangan Indonesia, PT. PAS harus mempertahankan serta meningkatkan kinerjanya agar kepuasan pelanggan tetap terjaga. Kinerja perusahaan dapat dilihat dari beberapa aspek penilaian antara lain dari kepuasan pelanggan, kualitas produk, total *revenue*, posisi kompetitif, dll. Setiap tahun, PT. PAS selalu menentukan target *revenue* yang ingin dicapai perusahaan yang tertuang dalam Rencana Pokok Produksi (RPP). Berdasarkan studi pendahuluan dan wawancara yang telah dilakukan dengan bagian marketing PT. PAS, pada tahun 2013 PT. Pelita Air Service belum dapat memenuhi target pencapaian *revenue* nya. Selain itu, dalam aspek yang berkaitan dengan kepuasan pelanggan, kinerja perusahaan yang dinilai dalam indikator *Availability* dengan target 97% per triwulan dan *Departure Time* dengan target 90% per bulan juga belum dapat tercapai dengan baik. Pencapaian kinerja tersebut dapat dipengaruhi oleh *supply chain management* yang diterapkan perusahaan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Suharto dan Devie (2013), dinyatakan bahwa penerapan *Supply Chain Management* yang baik akan mampu meningkatkan kinerja perusahaan, baik dari kinerja keuangan maupun operasionalnya.

Untuk menciptakan kinerja yang superior maka perusahaan harus memilih strategi secara tepat. Pilihan strategi ini menjadi bagian yang perlu diperhatikan dalam penciptaan nilai bagi konsumen dan menghasilkan keunggulan kompetitif bagi perusahaan (Porter, 1980). Sahay et al. (2006) menekankan bahwa untuk dapat bersaing, strategi rantai pasokan harus dalam sinkronisasi (selaras) dengan strategi bisnis. Keselarasan antara strategi bersaing dengan strategi supply chain dikenal dengan *strategic fit*. Banyak penelitian terdahulu yang mengambil topik mengenai *strategic fit*, salah satunya adalah penelitian dari Soni dan Kodali (2011) yang menyelidiki peran mediasi strategi *supply chain* diantara strategi bersaing dan kinerja perusahaan. Dari penelitian tersebut ditemukan bahwa terdapat hubungan kausal antara strategi *supply chain* dengan strategi bersaing serta menemukan bahwa pilihan strategi *supply chain* dan strategi bersaing dapat mempengaruhi bisnis dan kinerja supply chain.

Dari konsep *strategic fit* dan temuan Soni dan Kodali (2011) di atas serta permasalahan yang terjadi di PT. Pelita Air Service, maka penelitian ini ingin mengambil sebuah keputusan dalam penentuan strategi bersaing untuk PT. Pelita Air Service berdasarkan strategi *supply chain* yang diterapkan oleh perusahaan guna meningkatkan kinerja perusahaan. Adapun dalam menentukan strategi bersaing yang terbaik dapat dalam *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). Dalam penelitian ini menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP).

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian sehingga proses penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan sistematis. Dengan adanya metodologi ini, maka siklus pemecahan masalah dapat dilaksanakan secara terstruktur.

### Variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan penelitian (Soni & Kodali, 2011) berupa dimensi strategi supply chain dan dimensi strategi bersaing. Berikut ini adalah kriteria (dimensi strategi *supply chain*) dan alternatif (dimensi strategi bersaing) yang digunakan dalam penelitian ini:

**Tabel 1 dimensi strategi supply chain**

No	Dimensi Strategi Supply chain	Definisi	Sumber
1.	<i>Responsiveness</i>	Menitikberatkan pada upaya merespon permintaan konsumen secara tepat sehingga mendukung adanya persediaan dalam mengantisipasi permintaan yang tidak pasti.	(Chase et al, 2003; Mahadevan, 2007)
2.	<i>Efficiency</i>	Menitikberatkan pada upaya memenuhi permintaan konsumen dengan cara meminimumkan biaya total.	(Chase et al, 2003; Mahadevan, 2007; Russel and Taylor, 2003)
3.	<i>Flexibility</i>	Kemampuan perusahaan untuk menawarkan berbagai macam produk untuk pelanggan dalam waktu yang relatif cepat.	(Russel and Taylor, 2003)
4.	<i>Cost Reduction</i>	Meminimalkan biaya variabel yang terkait dengan pergerakan dan penyimpanan.	(Ballou, 2004)
5.	<i>Capital Reduction</i>	Meminimalkan tingkat investasi dalam sistem logistik.	
6.	<i>Service Improvement</i>	Meningkatkan tingkat layanan yang disediakan.	
7.	<i>Supplier Negotiation</i>	Melakukan negosiasi dengan banyak supplier.	(Heizer and Render, 2007)
8.	<i>Partnership</i>	Melakukan pembelian jangka panjang dengan beberapa supplier.	
9.	<i>Vertical Integration</i>	Mengembangkan kemampuan untuk memproduksi barang atau jasa yang sebelumnya dibeli atau membeli pada perusahaan pemasok atau distributor.	
10.	<i>Keiretsu</i>	Merupakan istilah bahasa jepang yang menggambarkan para pemasok menjadi bagian koalisi dari sebuah perusahaan. Anggota keiretsu dipastikan memiliki hubungan jangka panjang dan dapat berperan sebagai mitra yang memberikan keahlian teknis dan kestabilan mutu produksi.	
11.	<i>Virtual Supply chain</i>	Mengandalkan beragam hubungan pemasok untuk menyediakan jasa atas permintaan yang diinginkan.	

**Tabel 2 dimensi strategi bersaing**

No.	Dimensi Strategi bersaing	Definisi	Sumber
1.	<i>Cost</i>	membuat produk atau memberikan layanan murah	(Chase et al, 2003)
2.	<i>Quality</i>	membuat produk atau memberikan layanan yang baik	
3.	<i>Delivery Speed</i>	membuat produk atau memberikan layanan dengan cepat	
4.	<i>Delivery Reliability</i>	mengirimkan pesanan sesuai dengan yang dijanjikan	
5.	<i>Demand Flexibility</i>	Kemampuan untuk secara efektif menangani permintaan pasar yang dinamis dalam jangka panjang	
6.	<i>Product Flexibility</i>	Kemampuan untuk menawarkan berbagai macam produk untuk pelanggan.	

### Kuesioner

Pada penelitian ini terdapat tiga kuesioner yang digunakan, dimana ketiga kuesioner tersebut dilakukan secara berurutan. Kuesioner pertama dilakukan untuk mengidentifikasi kriteria dan alternatif yang akan digunakan dalam penelitian. Kuesioner tersebut menggunakan metode Delphi. Kuesioner kedua dilakukan untuk mengetahui hubungan ketergantungan antar kriteria yang telah ditentukan. Hubungan ketergantungan tersebut digunakan sebagai acuan dalam pembuatan kerangka ANP. Kuesioner yang ketiga adalah kuesioner perbandingan berpasangan dengan metode ANP yang digunakan untuk mengetahui bobot kepentingan kriteria dan alternatif. Dari bobot kepentingan inilah pemilihan strategi bersaing dilakukan, yaitu dengan melihat hasil bobot kepentingan tertinggi.

### Responden

Responden yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah manager/ asisten manager/ staff ahli pada bagian marketing dan *supply chain* pada PT. Pelita Air Service.

## HASIL

### Penentuan kriteria dan alternatif

Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuisisioner untuk menentukan kriteria (strategi *supply chain*) dan alternatif (strategi bersaing) yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Kuisisioner yang diberikan berupa kuisisioner dengan skala *likert* 1-5. Responden yang digunakan berjumlah 6 orang yaitu, 3 orang dari bagian *supply chain* untuk penentuan kriteria (strategi *supply chain*) dan 3 orang dari bagian marketing untuk penentuan alternatif (strategi bersaing). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode Delphi dimana kuisisioner akan terus berulang hingga mencapai konsensus atau kesepakatan tertentu. Konsensus yang digunakan pada penelitian ini sebesar 66,67% yang ditentukan berdasarkan kesepakatan bersama dari semua responden. Jadi jika jawaban pada putaran pertama mencapai konsensus sebesar 66,67% maka penyebaran kuisisioner dihentikan, jika tidak mencapai maka dilakukan penyebaran ulang hingga mencapai konsensus tersebut.

**Tabel 3 hasil penentuan kriteria dan alternatif**

<b>Kriteria</b>	<i>Responsiveness (R)</i>
	<i>Efficiency (E)</i>
	<i>Flexibility (F)</i>
	<i>Cost Reduction (CoR)</i>
	<i>Capital Reduction (CaR)</i>
	<i>Service Improvement (SI)</i>
	<i>Supplier Negotiation (SN)</i>
	<i>Partnership (P)</i>
	<i>Virtual Supply Chain (VSC)</i>
<b>Alternatif</b>	<i>Cost</i>
	<i>Delivery Reliability</i>
	<i>Delivery Speed</i>
	<i>Demand Flexibility</i>
	<i>Product Flexibility</i>
	<i>Quality</i>

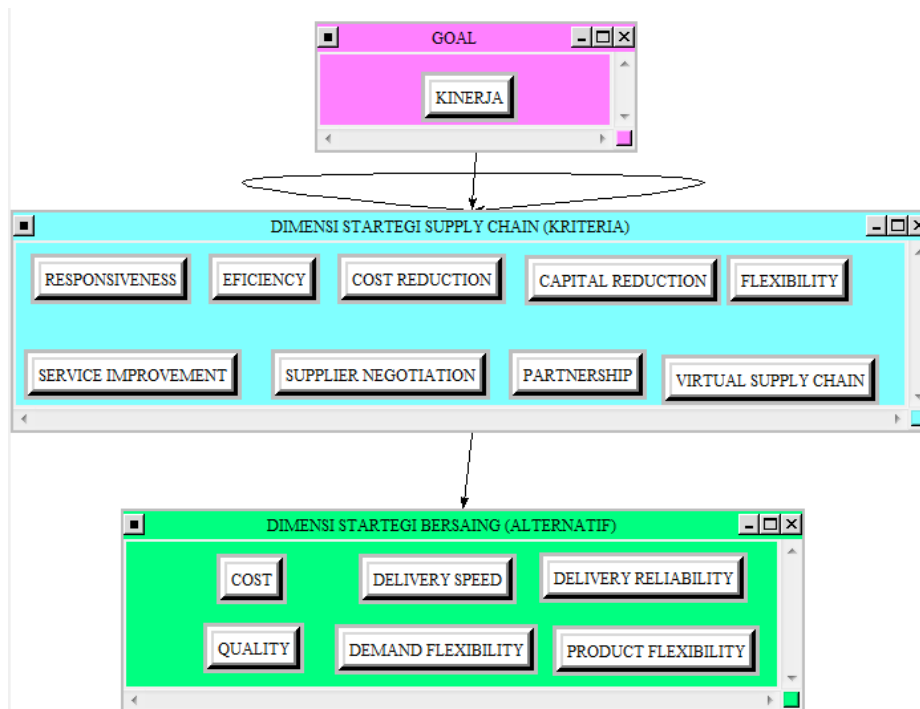
**Penentuan hubungan ketergantungan antar kriteria**

Pada tahap ini dilakukan penentuan hubungan ketergantungan antar kriteria (strategi *supply chain*) yang telah terpilih. Hubungan antar kriteria digunakan untuk membuat model jaringan antar kriteria sebagai dasar pemilihan alternatif. Penentuan hubungan tersebut didapat dengan membuat kuisisioner dengan metode voting sesuai dengan penelitian Kasirian dan Yusuff (2009). Kuisisioner tersebut disebarakan kepada tiga orang responden yaitu satu orang manager dan dua staff ahli bagian *supply chain* management PT. Pelita Air Service. Jumlah responden yang terlibat dalam penentuan hubungan antar kriteria ini adalah tiga orang, sehingga apabila dalam satu sel jumlah responden yang memilih ( $V_{ij}$ ) lebih atau sama dengan  $Q$ , dimana  $Q$  adalah  $N/2=3/2=1,5$  maka kriteria yang menghubungkan sel tersebut dinyatakan memiliki hubungan ketergantungan.

**Tabel 4 hubungan ketergantungan antar kriteria**

		YANG DIPENGARUHI								
		R	E	F	CoR	CaR	SI	SN	P	VSC
YANG MEMENGARUHI	R		2	1	2	2	3	3		
	E	2		1	2	2	1	2	1	
	F	3	3		1	1	3			
	CoR	2	2			2		3	1	
	CaR	1	3		2			1	1	
	SI	3	1	1	1	1				
	SN	3	2		3	2	1			
	P	3	2		2	2	3	1		
	VSC	3	2		3	2	1			

Dari hubungan ketergantungan antar kriteria tersebut, maka dibuatkan kerangka ANP yang dapat dilihat pada gambar 1. Dari kerangka ANP yang telah dibuat tersebut didapatkan kuisisioner perbandingan berpasangan. Selanjutnya, kuisisioner tersebut diisi oleh responden yang terkait. Hasil dari kuisisioner perbandingan berpasangan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *software Super Decision*.



**Gambar 1 Kerangka ANP**



### Penentuan bobot kepentingan

Penentuan bobot kepentingan kriteria dan alternatif yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP). Hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan data ANP adalah nilai *inconsistency* dari setiap jawaban responden. Jika nilai *inconsistency* yang diperoleh setiap kriteria lebih besar dari 0,1 maka matriks perbandingan berpasangan dinyatakan tidak konsisten dan perlu dilakukan penyebaran kuisioner perbandingan ulang. Dalam pengolahan ANP dalam penelitian ini, didapatkan nilai *inconsistency* di bawah 0,1 untuk setiap kriteria dari tiap jawaban responden. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 5 sehingga tidak diperlukan penyebaran kuisioner perbandingan berpasangan kembali.

**Tabel 5 output rasio konsistensi tiap responden**

Responden	Kriteria	Inconsistency
1	<i>Responsiveness</i>	0,0911
	<i>Efficiency</i>	0,0691
	<i>Flexibility</i>	0,0260
	<i>Cost Reduction</i>	0,0773
	<i>Capital Reduction</i>	0,0523
	<i>Service Improvement</i>	0,0911
	<i>Supplier Negotiation</i>	0,0774
	<i>Partnership</i>	0,0882
	<i>Virtual Supply Chain</i>	0,0888
2	<i>Responsiveness</i>	0,0434
	<i>Efficiency</i>	0,0434
	<i>Flexibility</i>	0,0022
	<i>Cost Reduction</i>	0,0945
	<i>Capital Reduction</i>	0,0414
	<i>Service Improvement</i>	0,0434
	<i>Supplier Negotiation</i>	0,0573
	<i>Partnership</i>	0,0430
	<i>Virtual Supply Chain</i>	0,0434

Setelah matriks perbandingan berpasangan dianggap konsisten, maka langkah selanjutnya adalah sebagai berikut :

i. Menghitung nilai *mean geometris*

Perhitungan *mean geometris* dilakukan karena responden dalam kuisioner ANP ini lebih dari satu orang sehingga perlu mengkumulatifkan jawaban dari semua responden untuk mendapatkan sebuah keputusan. Formula untuk menghitung *Mean Geometis* adalah sebagai berikut :

$$a_{ij} = (Z_{1ij}Z_{2ij}Z_{3ij}...Z_{nij})^{1/N} \quad (1)$$

Dimana,  $a_{ij}$  = Penilaian gabungan  
 $Z_{nij}$  = Penilaian responden ke-i  
 $N$  = Banyaknya responden

ii. Uji konsistensi gabungan

Setelah mendapatkan nilai *mean geometris*, langkah selanjutnya adalah memasukkan hasil perbandingan ke dalam *software super decision*, dan melihat nilai *inconsistency*.

**Tabel 6 Rekapitulasi Nilai Inconsistency Gabungan**

Kriteria	Inconsistency
<i>Responsiveness</i>	0,0363
<i>Efficiency</i>	0,0337
<i>Flexibility</i>	0,0097
<i>Cost Reduction</i>	0,0483
<i>Capital Reduction</i>	0,0210
<i>Service Improvement</i>	0,0402
<i>Supplier Negotiation</i>	0,0177
<i>Partnership</i>	0,0435
<i>Virtual Supply Chain</i>	0,0328

Pada tabel 6 terlihat bahwa nilai *inconsistency* gabungan memiliki nilai di bawah 0,1 yang menyatakan bahwa matriks perbandingan berpasangan sudah konsisten sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan keputusan ulang.

iii. Penentuan bobot dengan software super decision

Tahap selanjutnya adalah perhitungan bobot kepentingan kriteria yang didapatkan dari output *software super decision*. Hasil rekapitulasi bobot kepentingan untuk setiap kriteria dapat dilihat pada tabel 7 :

**Tabel 7 Rekapitulasi Bobot Kepentingan Kriteria**

	Name	Normalized By Cluster	Limiting
ALTERNATIF	<i>Cost</i>	0.08043	0.040215
	<i>Delivery Reliability</i>	0.17909	0.089544
	<i>Delivery Speed</i>	0.16925	0.084624
	<i>Demand Flexibility</i>	0.13702	0.068511
	<i>Product Flexibility</i>	0.13860	0.069302
	<i>Quality</i>	0.29561	0.147805
KRITERIA	<i>Capital Reduction</i>	0.10403	0.052015
	<i>Cost Reduction</i>	0.15145	0.075723
	<i>Efficiency</i>	0.19401	0.097005
	<i>Flexibility</i>	0.00000	0.000000
	<i>Partnership</i>	0.00000	0.000000
	<i>Responsiveness</i>	0.30874	0.154371
	<i>Service Improvement</i>	0.13023	0.065117
	<i>Supplier Negotiation</i>	0.11154	0.055768
	<i>Virtual Supply Chain</i>	0.00000	0.000000
GOAL	Kinerja	0.00000	0.000000

Dari tabel 7 dapat diketahui bobot dari masing-masing kriteria dan alternatif yang dapat dilihat pada kolom limiting, dimana kriteria dengan bobot terbesar adalah *responsiveness* dengan nilai bobot 0,154371 dan alternatif dengan bobot terbesar adalah *quality* dengan nilai bobot 0,147805. Langkah selanjutnya adalah analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan serta rekomendasi strategi bersaing untuk PT. Pelita Air Service.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diolah serta dianalisis, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Strategi *supply chain* yang digunakan dalam penelitian ini secara berurutan menurut tingkat kepentingan tertinggi sampai terendah yaitu *responsiveness*, *efficiency*, *cost reduction*, *service improvement*, *supplier negotiation*, *capital reduction*, *flexibility*, *partnership*, dan *virtual supply chain*. Sedangkan strategi bersaing secara berurutan menurut tingkat kepentingan tertinggi sampai terendah yaitu *quality*, *delivery reliability*, *delivery speed*, *product flexibility*, *demand flexibility* dan *cost*.
2. Strategi bersaing yang sesuai dengan strategi *supply chain* untuk meningkatkan kinerja perusahaan adalah *quality*. Strategi bersaing *quality* menuntut perusahaan mampu memberikan layanan yang baik dan prima kepada pelanggan.

## Rekomendasi Penelitian

Rekomendasi yang diberikan untuk menerapkan strategi bersaing *quality* pada PT. Pelita Air Service yaitu :

1. Memperbaiki diri dari segi penampilan, kemampuan sarana dan prasarana fisik serta keadaan lingkungan sekitarnya sehingga mampu menunjukkan eksistensinya kepada pihak eksternal.
2. Meningkatkan lagi kemampuannya untuk menyediakan pelayanan dengan tepat waktu sesuai dengan yang dijanjikan.
3. Meningkatkan lagi tingkat responnya terhadap komplain pelanggan serta bertindak cepat memperbaiki kesalahan yang dikeluhkan oleh pelanggan.
4. Menyiapkan staf, pilot dan teknisi yang handal dan berkompeten agar jaminan atas tingkat keamanan dapat terjaga. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pelatihan secara rutin untuk meningkatkan keahlian dari masing-masing karyawan.
5. Memberikan kemudahan dalam melakukan hubungan, komunikasi yang baik, perhatian pribadi dan memahami kebutuhan para pelanggan. Jadi PT. Pelita Air Service harus lebih menjalin komunikasi yang lebih baik lagi dengan konsumen.

## PUSTAKA

- Ballou, R.H. 2004, *Business Logistics/Supply Chain Management*, Pearson Prentice-Hall, New Delhi.
- Chase, R.B., Jacob, F.R. And Aquilano, N.J. 2003. *Operation Management For Competitive Advantage*, 8th ed., Tata-McGraw-Hill, New Delhi
- Febriyani, Anita, Rahadian. 2003. Analisis Kinerja Bank Devisa dan Bang Non Devisa. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Keuangan* Vol. 7 No 4.
- Heizer, J. Dan Render, B. 2007. *Operations Management, 1st ed.* Pearson Prentice-Hall, New Delhi.
- Kotler, P. 2003. *Marketing Management, 11th edition.* Prentice Hall, New Jersey.
- Listone, Harold A, Turrof and Murray. 2002. *The Delphi Method-Techniques And Application*
- Porter, Michael E. 1980. *Competitive Strategy : Techniques For Analyzing Industries And Competitors.* The Free Press.
- Porter, Michael E. 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* The Free Press.
- Powell, Catherine. 2003. *The Delphi Technique : Myths And Realities.* *Journal Of Advance Nursing* 41 (4).
- Pujawan, I Nyoman. 2005. *Supply Chain Management*, Edisi Pertama. Guna Widya, Surabaya.
- Saaty, T., L., 1998. *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process.* RWS Publication: Pittsburgh USA.
- Siagian, S.P., 1993. *Teori dan Praktek Pengambilan Keputusan.* CV Haji Masagung, Jakarta.
- Siagian, Yolanda M. 2005. *Aplikasi SCM dalam Dunia Bisnis.* Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Soni, Gunjan and Rambabu Kodali. 2011. *The Strategic Fit Between Competitive Strategy and Supply Chain Strategy in Indian Manufacturing Industry : An Empirical Approach.*
- Srimindarti, Ceacilia. 2004. *Balanced Scorecard* sebagai Alternatif untuk Mengukur Kinerja. *Fokus Ekonomi*, Vol. 3
- Stoner, J.A.F., Freeman, R.E., & Gilbert, D.R. 2005. *Management* Edisi ke-13. New Jersey : Prentice Hall.
- Suhartati, Titi dan Hilda Rosietta. 2010. Pengaruh Strategi Bersaing Terhadap Hubungan Antara *Supply Chain Management* dan Kinerja.
- Suharto, Regina dan Devie. 2013. Analisa Pengaruh Supply Chain Management terhadap Keunggulan Bersaing dan Kinerja Perusahaan. *Business Accounting Review.* Vol 1. No.2.
- Zeithaml, Valarie A., Parasuraman, Berry, Leonard L. 1990. *Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions and Expectations.* The Free Press, New York

## **Pemilihan Strategi Bisnis IKM Batik Semarang dengan Menggunakan SWOT Matriks, QSPM (*Quantitative Strategic Planning Matriks*), dan MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*)**

**Nia Budi Puspitasari<sup>1</sup>, Ratna Purwaningsih<sup>2</sup>, Hery Suliantoro<sup>3</sup>, Mumpuni Rahma Pertiwi<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

Email: [niabudipuspitasari@gmail.com](mailto:niabudipuspitasari@gmail.com)<sup>1</sup>; [mrpertiwi@gmail.com](mailto:mrpertiwi@gmail.com)<sup>2</sup>

### **ABSTRAKS**

Batik merupakan salah satu produk unggulan yang dimiliki hampir setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah, termasuk Kota Semarang yang mempunyai ciri khas batik yaitu batik Semarang. Ciri khas dari corak batik Semarang yaitu bangunan di Kota Semarang (Lawang Sewu, Tugu Mud). Namun saat ini keberadaan dari batik Semarang belum banyak diketahui oleh masyarakat luas khususnya masyarakat Semarang. Selain itu, dari tahun 2012 hingga tahun 2014 terjadi penurunan jumlah pengusaha batik Semarang. Penurunan jumlah pengusaha ini dikarenakan para pengusaha batik Semarang memerlukan waktu lama hingga produk laku terjual, mengalami kekurangan modal, dan kekurangan tenaga kerja. Hal ini menunjukkan bahwa saat ini IKM batik Semarang belum berkembang dengan baik. Oleh karena itu sangat diperlukan adanya strategi bisnis yang sesuai dengan IKM batik Semarang. Prioritas strategi dengan QSPM yaitu bekerjasama dengan pihak pemerintah agar dibangun pusat pasar yang menjadi titik konsentrasi penjualan dan pusat produksi dari keseluruhan IKM batik Semarang. Sedangkan dalam model MAUT yaitu bekerjasama dengan mahasiswa dan dosen suatu perguruan tinggi mengenai pengenalan dan penggunaan media sosial untuk pemasaran produk.

**Kata Kunci:** *IKM batik Semarang, Strategi Bisnis, Analisis SWOT, QSPM, MAUT*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Industri Kecil Menengah (IKM) merupakan salah satu bagian penting dari perekonomian suatu negara dan juga merupakan salah satu pelaku ekonomi yang memiliki kontribusi sangat besar terhadap Produk Domestik Bruto. Hal ini juga diperjelas oleh ILO (*International Labour Organization*) yang melaporkan bahwa 60% buruh di kota-kota negara berkembang diserap oleh sektor informal dan kegiatan pada Industri Kecil dan Menengah. Dilaporkan juga bahwa peran sektor IKM sangat penting karena mampu menciptakan pasar-pasar, mengembangkan perdagangan, mengelola sumber alam, mengurangi kemiskinan, membuka lapangan kerja, membangun masyarakat dan kehidupan keluarga mereka tanpa kontrol dan fasilitas dari pihak pemerintah daerah yang memadai (Sriyana, 2010). Di Indonesia, sektor IKM bahkan menjadi tumpuan kehidupan yang semakin besar sejak terjadinya krisis ekonomi yang dimulai pada tahun 1997 (Sarosa, 2000).

Batik merupakan salah satu produk unggulan yang dimiliki hampir setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah. Setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah memiliki ciri khas batik sendiri. Tak terkecuali Kota Semarang yang mempunyai ciri khas batik Semarang. Menurut Ketua Umum Asosiasi Perancang dan Pengusaha Mode Indonesia (APPMI), Taruna K Kusmayadi, corak dan motif yang terdapat pada batik Semarang cukup unik dan tidak kalah dengan batik-batik yang sudah populer selama ini. Ciri khas dari corak batik Semarang yaitu bangunan di Kota Semarang (lawang sewu, tugu muda) asem arang dan modifikasi gambar duri dan ikan, flora dan fauna. Meskipun batik Semarang tidak kalah dengan batik lainnya di Jawa Tengah namun keberadaan dari IKM batik Semarang belum diketahui oleh masyarakat luas khususnya masyarakat Semarang. Selain itu dari tahun 2012 hingga tahun 2014 terjadi penurunan jumlah pengusaha batik Semarang. Jumlah pengusaha batik Semarang di tahun 2012, 2013, dan 2014 dapat dilihat di tabel 1.

**Tabel 1 Jumlah Pengusaha IKM Batik Semarang**

Jumlah Pengusaha Batik Semarang		
Tahun 2012	Tahun 2013	Tahun 2014
47 Pengusaha	41 Pengusaha	33 Pengusaha

Sumber : Data Klaster IKM batik Semarang

Untuk mengetahui penyebab terjadinya penurunan jumlah pengusaha batik Semarang, maka dilakukan wawancara terhadap para pengusaha yang sudah tidak memproduksi batik lagi. Dari hasil dari wawancara tersebut dapat disimpulkan bahwa 1 orang mengalami kesulitan dalam mendapatkan tenaga kerja (pengrajin batik) dan 9 orang mengalami kesulitan modal dan menurut mereka batik Semarang memerlukan waktu lama hingga laku terjual.

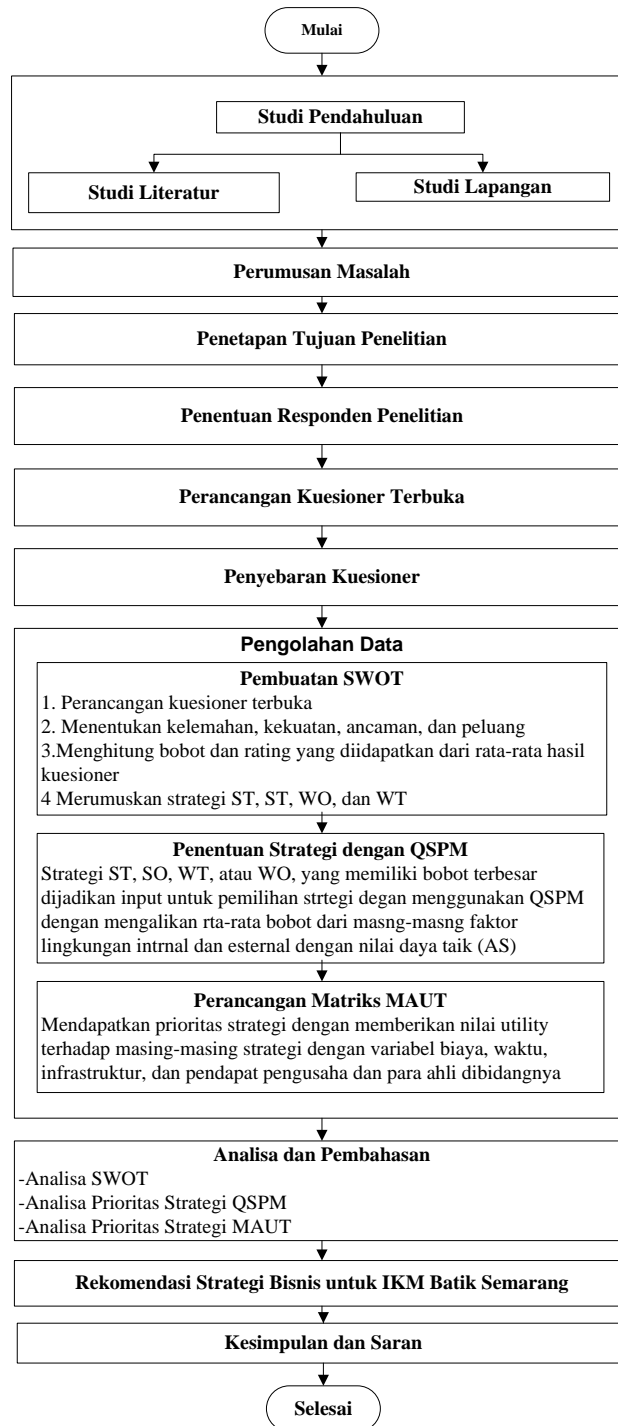
Terdapat beberapa alasan yang menyebabkan batik Semarang membutuhkan waktu yang lama hingga laku terjual. Alasan pertama Sentra IKM batik Semarang belum terdiri dari seluruh IKM batik Semarang sehingga pengusaha IKM batik Semarang yang tidak berada di wilayah sentra IKM batik Semarang mengalami kesulitan dalam menjual batik Semarang, terutama bagi pengusaha yang tidak memiliki tempat yang layak untuk menjual produknya. Alasan kedua yaitu masuknya produk Cina ke Indonesia yaitu batik printing “kain bermotif batik” yang coraknya seperti corak batik Semarang yang memiliki harga lebih murah dibandingkan dengan batik cap dan tulis yang diproduksi oleh pengusaha IKM batik Semarang. Alasan ketiga yaitu adanya rasa enggan konsumen untuk membeli batik Semarang karena batik yang diperuntukkan untuk seragam suatu instansi seperti instansi pemerintahan sama dengan yang dijual untuk masyarakat umum, harga jual batik Semarang lebih mahal dibandingkan batik lainnya seperti batik Solo dan batik Jogja, serta motif dan warna batik Semarang kurang beragam. Alasan selanjutnya yaitu banyak masyarakat Semarang yang belum mengetahui keberadaan dari IKM batik Semarang karena lebih dari 50% pengusaha IKM batik Semarang hanya melakukan kegiatan pemasaran dengan mengikuti pameran dan belum menggunakan media pemasaran lainnya seperti media sosial dan leaflet.

Penurunan jumlah pengusaha batik Semarang dari tahun 2012 hingga tahun 2014 ini mengindikasikan bahwa saat ini IKM batik Semarang kurang berkembang dengan baik. Oleh karena itu sangat diperlukan adanya strategi bisnis yang sesuai untuk IKM batik Semarang agar kedepannya IKM batik Semarang dapat berkembang dengan baik. Prioritas strategi yang akan terpilih dapat diketahui dalam SWOT dengan menggunakan QSPM (*Quantitative Strategic Planning Matrix*) dan model MAUT (*Mutli Attribute Utility Theory*) yaitu infrastruktur, waktu, *cost* dan pendapat pengusaha /para ahli dalam bidangnya.

Berdasarkan latar belakang yang ada maka dapat disimpulkan bahwa dari tahun 2012 hingga tahun 2014 terjadi penurunan jumlah pengusaha IKM batik Semarang. Penurunan jumlah pengusaha ini dikarenakan pengusaha IKM batik Semarang kesulitan dalam mendapatkan tenaga kerja (pengrajin batik), mengalami kesulitan modal dan batik Semarang memerlukan waktu lama hingga laku terjual. Hal ini mengindikasikan bahwa saat ini IKM batik Semarang kurang berkembang dengan baik.

Tujuan dari penelitian pada IKM batik Semarang ini yaitu mengetahui prioritas strategi bisnis IKM batik Semarang dalam SWOT dengan QSPM (*Quantitative Strategic Planning Matrix*) dan model MAUT (*Mutli Attribute Utility Theory*) yaitu infrastruktur, waktu, *cost* dan pendapat pengusaha/para ahli dalam bidangnya .dan merumuskan strategi bisnis yang sesuai dengan IKM batik Semarang

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Matriks SWOT

Menurut David (2009) Matriks SWOT adalah sebuah alat pencocokan yang penting yang membantu para manajer mengembangkan empat jenis strategi: Strategi SO (kekuatan-peluang), Strategi WO (kelemahan-peluang), Strategi ST (kekuatan ancaman), dan Strategi WT (kelemahan-ancaman).

SWOT Matriks IKM Batik Semarang mendapatkan sebelas strategi yaitu:

- Strategi SO dengan skor 2,87
  1. IKM batik Semarang melakukan pengembangan produk dengan menggunakan batik Semarang sebagai bahan utamanya dengan memodernisasi desain (S1, S2, S3, S8, O1, O6)
  2. IKM batik Semarang menawarkan produk batik Semarang ke berbagai instansi dan organisasi lain yang belum pernah memesan batik Semarang untuk memperluas jaringan kemitraan (S4, S5, O5)
- Strategi WO dengan skor 3,00
  1. IKM batik Semarang menjalin kerjasama dengan dosen dan mahasiswa Perguruan Tinggi serta Dinperindag mengenai pengenalan dan penggunaan media sosial untuk pemasaran produk (W4, O4)
  2. IKM batik Semarang menjalin kerjasama dengan pihak pemerintah agar dibangun pusat pasar yang menjadi titik konsentrasi penjualan dan pusat produksi dari keseluruhan IKM batik Semarang (W5, O3)
  3. IKM batik Semarang membedakan motif antara produk yang dijual untuk seragam suatu instansi dengan yang dijual kepada masyarakat umum agar masyarakat tidak enggan membeli produk batik Semarang karena merasa khawatir baju yang dikenakan memiliki motif yang sama dengan seragam suatu instansi (W7, O2, O6, O7)
  4. IKM batik Semarang melakukan riset pasar terkait kepuasan pelanggan terhadap produk IKM batik Semarang dalam rangka pengembangan produk (W6, O1)
- Strategi ST dengan skor 2,84
  1. IKM batik Semarang meminimalisir adanya kecacatan produk sehingga IKM batik Semarang tidak perlu mengganti produk cacat kepada konsumen agar penggunaan dari bahan baku lebih efisien (S7, T2, T4)
  2. IKM batik Semarang meningkatkan kualitas produk dan loyalitas pelanggan sehingga meskipun batik printing yang beredar lebih murah namun pelanggan tetap memilih untuk membeli batik Semarang (S6, S7, T1)
- Strategi WT dengan skor 2,97
  1. IKM batik Semarang membuat leaflet dan brosur agar masyarakat Semarang mengetahui keberadaan dari IKM batik Semarang sehingga memungkinkan adanya kenaikan volume penjualan. (W4, T3)
  2. Dengan adanya kenaikan volume penjualan maka para pengusaha maupun pengrajin lebih mudah untuk saling memotivasi untuk terus mengikuti pelatihan membuat agar kemampuan dalam teknik pewarnaan dapat bertambah dan mengajak SDM untuk bergabung dalam IKM batik Semarang sehingga pengrajin batik Semarang bertambah dan tidak bergantung pada pengrajin batik Pekalongan (W1, W2, W3, T5)
  3. Adanya bantuan pemerintah untuk mendapatkan fasilitas kredit usaha rakyat (KUR) (W8, T6)

Dari strategi diatas dapat diketahui bahwa strategi WO memiliki bobot terbesar sehingga strategi WO dijadikan input untuk pemilihan strategi dengan menggunakan QSPM dan MAUT.

### Perancangan QSPM

Menurut David (2009) Matriks Perencanaan Strategis Kuantitatif (*Quantitative Strategic Planning Matrix—QSPM*) adalah matriks yang digunakan untuk mendapatkan prioritas strategi yang terbaik yang paling cocok dengan kondisi internal perusahaan serta lingkungan eksternal lalu dikalikan dengan nilai daya tarik (AS). Hasil dari matriks QSPM dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Rangkuman hasil matriks QSPM**

No	Faktor Sukses Kritis	Alternatif Strategi			
		Strategi 1	Strategi 2	Strategi 3	Strategi 4
<b>KEKUATAN</b>					
1	Sebagian besar IKM batik Semarang telah memperhatikan segmentasi pasar yaitu menengah dan menengah keatas dalam menentukan harga jual produk	0,0196	0,0392	0,0588	0,0784
2	Imovasi kain batik seperti motif dan warna dilakukan IKM batik Semarang secara terus menerus	0,0894	0,01788	0,3129	0,3129
3	Sudah sekitar 60% IKM batik Semarang telah membuat pengembangan produk seperti sepatu dan tas	0,0288	0,0576	0,0864	0,1152
4	Di dalam komunitas IKM batik Semarang terdapat ketua paguyuban yang berperan memotivasi para pengusaha maupun pengrajin serta menjadi penghubung antara para pengusaha dan pengrajin dengan pihak luar	0,0959	0,0822	0,0274	0,0548
5	IKM batik Semarang telah mengikuti pameran untuk memasarkan produk	0,178	0,3560	0,0890	0,2670
6	IKM batik Semarang memberikan potongan harga ketika konsumen membeli minimal 10 potong sebagai upaya agar konsumen melakukan pembelian berulang di IKM batik Semarang	0,068	0,2720	0,1360	0,2040
7	IKM batik Semarang bersedia mengganti produk dengan produk yang baru jika produk yang telah dijual ke konsumen tidak sesuai dengan pesanan (cacat)	0,0892	0,1784	0,3568	0,2676
8	Sebagian besar IKM batik Semarang telah dapat menghasilkan modal jangka pendek secara mandiri	0,222	0,0888	0,2220	0,3552
<b>KELEMAHAN</b>					
1	Jumlah pengrajin batik di Semarang kurang memadai, sehingga masih membutuhkan pengrajin batik Pekalongan dalam melakukan proses produksi	0,0433	0,1299	0,1732	0,0866
2	Sebagian besar pengrajin IKM batik Semarang masih kurang baik dalam melakukan proses pewarnaan kain batik	0,0647	0,1294	0,2588	0,1941
3	Hanya sekitar 25% sumber daya manusia yang selalu mengikuti pelatihan secara berkelanjutan	0,0399	0,0997	0,1596	0,0997
4	Fokus pemasaran yang dilakukan hanya mengikuti pameran namun cara pemasaran lainnya seperti menggunakan media online maupun pembuatan leaflet kurang diperhatikan	0,3712	0,2784	0,0928	0,1856
5	Sebagian besar lokasi IKM Batik Semarang masih menyebar meskipun telah terdapat sentra batik Semarang dan fasilitas maupun infrastruktur di sentra batik Semarang masih kurang memadai	0,1868	0,3736	0,0934	0,2802



6	IKM batik Semarang belum pernah melakukan riset pasar	0,0730	0,1825	0,1825	0,2920
7	IKM batik Semarang tidak membedakan antara batik yang dijual untuk seragam dengan batik yang dijual bukan untuk seragam	0,0733	0,2199	0,2932	0,1466
8	Sebagian besar IKM batik Semarang belum dapat menghasilkan modal jangka panjang secara mandiri	0,0588	0,0784	0,0294	0,0294
<b>PELUANG</b>					
1	Sekitar 60% IKM batik Semarang Bekerjasama dengan penjahit dan pengrajin tas maupun sepatu dalam pengembangan produk	0,0333	0,0666	0,0999	0,1332
2	IKM batik Semarang mendapat bantuan pelatihan membuat batik dari Dinperindag dan Dinas Ketenagakerjaan	0,1082	0,2164	0,1623	0,0541
3	IKM batik Semarang mendapat bantuan untuk menyelenggarakan pameran dan peralatan produksi dari Dinperindag	0,0878	0,3512	0,2634	0,1756
4	IKM batik Semarang mendapat bantuan pengenalan web dari dosen dan mahasiswa suatu Perguruan Tinggi	0,3344	0,2508	0,0836	0,1672
5	IKM batik Semarang sering dipesan untuk seragam di berbagai instansi	0,0768	0,2304	0,3072	0,1536
6	IKM batik Semarang tidak kesulitan dalam memperoleh bahan baku	0,0842	0,1684	0,3368	0,2526
7	Adanya himbauan pada beberapa instansi di Semarang untuk menggunakan batik Semarang di hari kerja tertentu	0,0804	0,2412	0,3216	0,1608
<b>ANCAMAN</b>					
1	Batik printing yang beredar di Semarang memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan batik Semarang	0,0794	0,2382	0,1588	0,3176
2	Setiap tahun terjadi kenaikan harga bahan baku	0,110	0,2206	0,4412	0,3309
3	Banyak masyarakat Semarang yang belum mengetahui keberadaan dari IKM batik Semarang	0,118	0,3534	0,1178	0,2356
4	Pemasok bahan baku tidak memberikan potongan harga meskipun bahan baku yang dibeli dalam jumlah yang banyak	0,079	0,1572	0,3144	0,2358
5	Pengrajin batik Pekalongan seringkali terlambat dalam menyelesaikan proses produksi	0,083	0,1652	0,3304	0,2478
6	IKM batik Semarang mengalami kesulitan dalam memperoleh modal tambahan dari luar IKM batik Semarang	0,035	0,1404	0,0351	0,0802
<b>TOTAL</b>		3,4344	5,54485	5,54470	5,50435

### Perancangan MAUT

Menurut Clemen (1991) *Multi Attribute Utilitt Theory (MAUT)* digunakan untuk merubah dari beberapa kepentingan kedalam nilai numerik dengan skala 0-1 dengan 0 mewakili pilihan terburuk dan 1 terbaik. Hasil akhirnya adalah urutan peringkat dari evaluasi alternatif yang menggambarkan pilihan dari para pembuat keputusan.

Berikut pengisian menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Shoejaei, Taheri dan Mighani (2010), yang harus diisi oleh responden terhadap setiap atribut dapat dilihat pada tabel 3

- Untuk indeks biaya

**Tabel 3. Indeks biaya atribut MAUT**

Estimasi Biaya (Juta)	0-5	5-10	10-15	Diatas 15
Nomor Indeks	1	2	3	4

- Waktu  
Waktu diisi bagaimana strategi tersebut dapat diimplementasikan dalam ukuran bulan
- Infrastruktur  
Untuk pengisian infrastruktur diisi dengan nilai 0-100 tergantung bagaimana pengusaha atau pemerintah dapat mengimplementasikan strategi tersebut dengan melihat fasilitas yang ada.
- Pendapat pengusaha / para ahli dalam bidangnya  
Yaitu diisi dengan nilai skala likert yaitu 1-9 dengan spesifikasi tiap nilai dapat dilihat di tabel 4

**Tabel 4. Penilaian Untuk Pendapat Pengusaha/ Para Ahli pada MAUT**

Nilai Skala	Definisi
1	Sama sekali tidak setuju
2	Sangat tidak setuju
3	Tidak setuju
4	Agak tidak setuju
5	Netral
6	Agak Setuju
7	Setuju
8	Sangat setuju
9	Sangat setuju sekali

Dengan begitu fungsi *utility* dari masing- masing dimensi adalah sebagai berikut:

1. Fungsi *utility* biaya

$$U(A_1) = \begin{cases} 1 & X \leq 1 \\ -0.33x + 1.33x & 1 < x < 4 \\ 0 & X \geq 4 \end{cases}$$

(1)

2. Fungsi *utility* waktu

$$U(A_2) = \begin{cases} 1 & X \leq 1 \\ -0.043x - 1,043 & 1 < x < 24 \\ 0 & X \geq 24 \end{cases}$$

(2)

3. Fungsi *utility* infrastruktur

$$U(A_3) = \begin{cases} 1 & X \geq 85 \\ 0.013x - 0,13 & 10 < x < 85 \\ 0 & X \leq 10 \end{cases}$$

(3)

4. Fungsi *utility* pendapat pengusaha

$$U(A_4) = \begin{cases} 1 & X \geq 9 \\ 0,125x - 0,125 & 1 < x < 9 \\ 0 & X \leq 1 \end{cases}$$

(4)

Untuk kuesioner metode maot diisi oleh Ketua Paguyuban IKM batik Semarang. Maka dengan begitu nilai *utility* dari masing-masing strategi dapat di ketahui dengan hasil rekapan pada tabel 5 berikut:

**Tabel 5. Rangkuman Hasil MAUT**

Strategi	Keterangan Strategi	Indeks/ Biaya	Waktu	infrastruktur	pendapat pengusaha	Total
1	IKM batik Semarang menjalin kerjasama dengan mahasiswa dan dosen suatu Perguruan Tinggi serta Dinperindag mengenai pengenalan dan penggunaan media sosial untuk pemasaran produk	1	1	0,78	0,875	0,914
2	IKM batik Semarang menjalin kerjasama dengan pihak pemerintah agar dibangun pusat pasar yang menjadi titik konsentrasi penjualan dan pusat produksi dari keseluruhan IKM batik Semarang	0	0,011	0,65	0,875	0,384
3	IKM batik Semarang membedakan motif antara produk yang dijual untuk seragam suatu instansi dengan yang dijual kepada masyarakat umum agar masyarakat tidak enggan membeli produk batik Semarang karena merasa khawatir baju yang dikenakan memiliki motif yang sama dengan seragam suatu instansi	1	1	0,78	0,75	0,883
4	IKM batik Semarang melakukan riset pasar terkait kepuasan pelanggan terhadap produk IKM batik Semarang dalam rangka pengembangan produk	1	1	0,78	0,75	0,883

Dari hasil perumusan strategi dengan menggunakan SWOT dapat diketahui bahwa strategi WO memiliki bobot terbesar sehingga strategi WO menjadi input untuk pemilihan strategi dengan menggunakan QSPM dan MAUT

Dari hasil pemilihan strategi dengan menggunakan QSPM, strategi 2 yaitu IKM batik Semarang menjalin kerjasama dengan pihak pemerintah agar dibangun pusat pasar yang menjadi titik konsentrasi penjualan dan pusat produksi dari keseluruhan IKM batik Semarang. Hal ini dikarenakan strategi ini memiliki total skor terbesar yaitu 5,54485 yang berarti strategi ini sangat berpengaruh terhadap perkembangan IKM batik Semarang dan menjadi strategi utama yang diprioritaskan untuk perkembangan IKM batik Semarang.

Dari hasil pemilihan strategi dengan menggunakan MAUT, strategi 1 yaitu IKM batik Semarang menjalin kerjasama dengan Mahasiswa dan Dosen suatu Perguruan Tinggi serta Dinas perindustrian dan perdagangan mengenai pengenalan dan penggunaan media sosial untuk pemasaran produk dengan nilai *utility* sebesar 0,914 yang berarti jika ditinjau dari indeks biaya, waktu, fasilitas dan infrastruktur serta pendapat pengusaha merupakan strategi yang tepat jikadiimplementasikan oleh pengusaha IKM batik Semarang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prioritas yang dihasilkan oleh matriks SWOT adalah strategi WO, strategi tersebut yakni mengenai kegiatan pemasaran dan inovasi produk. Untuk prioritas strategi dengan QSPM yaitu menjalin dengan pihak pemerintah agar dibangun pusat pasar yang menjadi titik konsentrasi penjualan dan pusat produksi dari keseluruhan IKM batik Semarang. Sedangkan dalam model MAUT yang memiliki nilai *utility* terbesar yaitu bekerjasama dengan mahasiswa perguruan tinggi mengenai pengenalan dan penggunaan media sosial untuk pemasaran produk.
2. Strategi yang dapat dilakukan oleh pengusaha maupun oleh pemerintah yaitu membangun pusat pasar yang menjadi titik konsentrasi penjualan dan pusat produksi dari keseluruhan IKM batik Semarang. Persiapan ini juga diiringi dengan para pengusaha yang bekerjasama dengan mahasiswa perguruan tinggi mengenai pengenalan dan penggunaan media sosial untuk pemasaran produk sehingga masyarakat Semarang mengetahui keberadaan dari IKM batik Semarang.

## PUSTAKA

- Clemen, R.T. 1991. *Making Hard Decision : An Intoduction To Decision Analysis*. PWS-Kent : Boston.
- David, F.R. 2009. *Manajemen Strategis: Konsep, Edisi Keduabelas. Terjemahan*. PT. Indeks: Jakarta
- Sarosa, Wicaksono. 2000. *Meyoroti Swktor Informal Perkotaan*. Vol 12
- Shojaei, M.R., Taheri, N.S., Mighani, M.A., *Strategic planning for a food Industry Equipment manufacturing factory, Using SWOT Analysis, QSPM, and MAUT models*, Asian Journal of Management Research ISSN 2229-3795 : 759-771
- Sriyana, J. 2010. *Strategi Pengembangan Usaha Kecil dan Menengah (UKM) : Studi Kasus di Kabupaten Bantul*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta : 79-103

## PENENTUAN HARGA JUAL PRODUK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN BIAYA PRODUKSI DAN FAKTOR *INTANGIBLE* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *FUZZY LOGIC*

Yaning Tri Hapsari<sup>1</sup>, Andi Sudiarso<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281

Telp (0274) 521673

Email:yaning\_yth@yahoo.co.id, a.sudiarso@ugm.ac.id

### ABSTRAKS

Harga sangat berpengaruh terhadap pendapatan dan laba atau rugi suatu perusahaan. Penentuan harga tidak hanya dipengaruhi biaya produksi, namun juga faktor *intangibles*. Faktor *intangibles* merupakan faktor yang tidak terukur dimana memiliki peran penting dalam penentuan harga. Penelitian ini mempertimbangkan biaya produksi dan faktor *intangibles* kualitas dan brand dalam menentukan harga dan bertujuan menentukan harga jual produk dengan metode *fuzzy logic* dan mengoptimasi sistem/metode *fuzzy logic*, yaitu optimasi parameter-parameter internal *fuzzy logic*. Perhitungan *fuzzy logic* dilakukan dengan software Matlab. Pembangunan model dengan menggunakan 20 data dan validasi dengan 5 data. Model yang dihasilkan dari *fuzzy logic* berupa model non linier. Penelitian sebelumnya menghasilkan model regresi non linier dengan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) sebesar 18.8%, adjusted R<sup>2</sup> 87.3%, dan kemampuan prediksi 81.2%. Penelitian ini menghasilkan nilai MAPE yang berkurang yaitu 6.1% dan peningkatan nilai adjusted R<sup>2</sup> dan kemampuan prediksi yaitu masing-masing 89.7% dan 93.9%.

**Kata kunci:** biaya produksi, brand, *fuzzy logic*, harga jual, kualitas,

### PENDAHULUAN

Harga sangat berpengaruh terhadap pendapatan dan laba atau rugi suatu perusahaan. Definisi harga menurut Kotler dan Armstrong (2012) adalah sejumlah uang yang ditukarkan untuk sesuatu produk atau jasa, jumlah nilai yang ditukarkan konsumen untuk mendapatkan keuntungan dari produk atau jasa atau menggunakan produk atau jasa. Menurut Kotler dan Keller (2011) terdapat tiga strategi dalam penentuan harga yaitu *customer value-based pricing*, *cost-based pricing* dan *competition based pricing*. *Customer value-based pricing* adalah strategi penentuan harga dengan menggunakan persepsi nilai atas produk, bukan berdasarkan biaya. *Cost-based pricing* adalah penentuan harga dengan mempertimbangkan biaya produksi, distribusi, dan penjualan ditambah dengan profit sesuai dengan tingkat pengembalian yang layak, sedangkan *competition based pricing* adalah strategi penentuan harga dengan mempertimbangkan strategi kompetitor (biaya, harga, dan penawaran kompetitor).

Penentuan harga ternyata tidak hanya dipengaruhi penilaian konsumen, biaya produksi, dan pesaing. Menurut Fahin (2010) bahwa dalam menentukan harga jual produk, perusahaan tidak hanya memperhitungkan faktor *tangible* (terukur) saja akan tetapi perusahaan juga harus memperhitungkan faktor *intangible* (tidak terukur). Faktor *intangibles* merupakan peluang pertumbuhan di masa depan dan memberikan keuntungan dalam peningkatan nilai perusahaan (Tsai et al., 2012).

Perumusan masalah dalam penelitian ini menentukan harga jual produk dan jasa dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Penelitian ini bertujuan menentukan harga jual berbagai macam barang dan jasa dengan metode *fuzzy logic* sehingga dapat menjadi pembanding metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Komariah (2013) dan mengoptimasi sistem/metode *fuzzy logic*, yaitu optimasi parameter-parameter internal *fuzzy logic* yang meliputi fungsi keanggotaan, aturan-aturan *fuzzy*, dan metode defuzzifikasi. Perhitungan *fuzzy logic* dilakukan dengan software Matlab.

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan *tools* (alat bantu) yang tepat dalam menentukan harga jual produk, membandingkan metode *fuzzy* dengan metode regresi yang telah digunakan pada penelitian Komariah (2013), serta memberikan masukan bagi produsen dalam menetapkan harga jual produknya, dan memberikan masukan bagi konsumen dalam membeli harga yang terjangkau.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya tentang penentuan harga dilakukan oleh Komariah (2013) dengan metode regresi linier dan non linier. Fahin (2010) sebelumnya telah melakukan penelitian tentang penentuan harga produk yang dipengaruhi faktor *intangible* dengan metode regresi linier berganda. Damareza (2011) juga telah melakukan penelitian dengan metode regresi Theil, dan Kurniawan (2012) meneliti harga jual yang juga dipengaruhi faktor *intangible* dengan memasukkan nilai fungsi dan inovasi produk yang ditawarkan perusahaan terhadap konsumen. Penelitian faktor *intangible* juga telah dilakukan oleh Lestariningsih (2013) dengan obyek karya seni.

Soetanto (2000) sebelumnya telah menggunakan metode *fuzzy logic* dalam menentukan harga *spare part* kendaraan bermotor. Senada dengan Soetanto, Arismunandar (2009) juga menggunakan metode *fuzzy* untuk menentukan harga jual makanan kecil dengan memasukkan faktor persepsi konsumen. Pradnyardi (2009) menentukan tarif rata-rata kamar hotel dengan mempertimbangkan proyeksi pendapatan dari produsen dan keinginan konsumen dengan metode *fuzzy*. Penelitian Istiqomah (2013) telah menganalisis pengaruh persepsi konsumen dan produsen dalam menentukan harga sepatu kulit di Manding dengan *fuzzy logic*. Sedangkan Purba (2013) menentukan harga kerajinan tas kulit juga dengan *fuzzy logic*. Selim (2009) melakukan penelitian tentang penentuan harga rumah dengan membandingkan antara regresi hedonic dan *artificial neural network*. Namun dari penelitian-penelitian tersebut belum ada yang membandingkan antara metode regresi dan *fuzzy logic* dan pada penelitian dengan menggunakan *fuzzy logic* sebelumnya hanya menggunakan satu produk saja.

## LANDASAN TEORI

### Definisi Harga dan *Cost Estimating*

Definisi harga menurut Kotler dan Armstrong (2012) adalah sejumlah uang yang ditukarkan untuk suatu produk atau jasa, jumlah nilai yang ditukarkan konsumen untuk mendapatkan keuntungan atau menggunakan produk atau jasa. Kotler dan Keller (2012) menjelaskan ada 3 metode penentuan harga yaitu *customer value-based pricing*, *cost-based pricing*, dan *competition based pricing*. Harga biasanya ditetapkan berdasarkan biaya produksinya. Komponen biaya produksi total yang digunakan untuk *cost estimating* menurut Humphreys (2005) secara garis besar terdiri dari biaya operasi/manufaktur dan *general expense*.

### *Analythic Hierarchy Process (AHP)*

*Analythic Hierarchy Process (AHP)* merupakan metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. AHP dapat menyelesaikan masalah multikriteria yang kompleks menjadi hirarki. Tahapan-tahapan pengambilan keputusan dengan AHP adalah sebagai berikut.

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama.
3. Membuat matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

### Faktor *Intangible*

Faktor *intangible* merupakan faktor yang sulit diukur. Menurut Blair dan Wallman (2000) ada 3 kategori faktor *intangible* yaitu:

1. *Intangibles* dimana hak miliknya relatif jelas dan terdapat di pasar (umumnya dapat dibeli dan dijual). Kategori ini dibedakan menjadi 2 yaitu:
  - a. Aset, seperti paten, hak cipta, dan nama dagang.
  - b. Perjanjian bisnis, lisensi, kontrak, dan basis data.
2. *Intangibles* yang dikendalikan oleh perusahaan. Contohnya berupa R & D dalam proses, rahasia bisnis, modal reputasi, hak milik sistem manajemen, dan hak milik sistem manajemen, dan proses bisnis.
3. *Intangibles* yang sedikit dimiliki oleh perusahaan, jika ada, hak kendali dan pasar tidak ada, dan berhubungan dengan orang yang bekerja di perusahaan. Misalnya adalah aset manusia, aset struktural (atau organisasi), dan aset relasional yaitu dengan komponen *intellectual capital*.

Menurut Haigh dan Knowles (2004) terdapat 4 faktor *intangible* yang mendukung kinerja perusahaan yaitu:

1. *Knowlwdge intangibles* (paten, *software*, resep, *product research*, dll)
2. *Business process intangibles* (inovasi)
3. *Market position intangibles* (kontrak, hak distribusi, lisensi)
4. *Brand and relationship intangibles* (nama dagang, hak desain, *copyright*).

### **Fuzzy Logic**

Sistem *fuzzy* ditemukan oleh Lotfi A. Zadeh pada pertengahan tahun 1965. *Fuzzy logic* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output (Kusumadewi, 2003). *Fuzzy logic* memiliki kinerja yang sangat baik untuk menyelesaikan masalah-masalah yang mengandung ketidakpastian.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy*, merupakan variabel yang hendak di bahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contohnya: umur, temperatur, permintaan, dsb.
2. Himpunan *fuzzy*, merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
3. Semesta pembicaraan, adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
4. Domain himpunan *fuzzy*, adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Terdapat 3 operator dasar yang diciptakan Zadeh untuk operasi himpunan *fuzzy*, yaitu operator AND, OR, dan NOT. Sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF-THEN, dan penalaran *fuzzy*. Metode yang digunakan dalam sistem inferensi *fuzzy* ada 3 yaitu metode Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno.

#### 1. Metode Tsukamoto

Pada metode ini, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk if-then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

#### 2. Metode Mamdani

Metode Mamdani disebut juga metode Max-Min, yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan, yaitu: pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi (aturan), komposisi aturan, dan penegasan (*defuzzy*).

#### 3. Metode Sugeno

Metode Sugeno yang diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985 ini mempunyai penalaran yang hampir sama dengan Penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier.

### **METODE PENELITIAN**

Penggunaan metode *fuzzy* dalam hal penetapan harga dikarenakan dapat memodelkan ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam berbagai situasi (Guerra et al., 2007; Haji dan Assadi, 2009; Azadegan et al., 2011), dalam hal ini masalah-masalah yang berhubungan dengan harga jual seperti biaya, *brand*, dan kualitas yang merupakan komponen-komponen pembentuk harga jual. Penelitian ini menggunakan 23 data produk yang didapatkan dari penelitian Fahin (2010), Damareza (2011), Kurniawan (2012), dan Komariah (2013) serta tambahan 2 data produk baru. Pertama dilakukan pengambilan data biaya produksi dengan menggunakan komponen biaya produksi menurut Humphreys (2005). Setelah didapatkan biaya produksi kemudian dilakukan perhitungan harga layak dengan menggunakan IRR. Harga layak ini selanjutnya digunakan untuk menghitung harga nilai *intangibile*, yaitu dengan mengurangi harga layak dengan harga jual. Setelah itu dilakukan pembobotan faktor *intangibile* dengan menggunakan AHP ((*Analythic Hierarchy Process*)), sehingga didapatkan bobot faktor *intangibilebrand* dan kualitas. Hasil pembobotan ini kemudian dikalikan dengan harga nilai *intangibile* sehingga didapatkan harga *intangibile* kualitas dan *brand*. Biaya produksi, harga nilai *intangibile* kualitas dan *brand* kemudian dinormalisasi terhadap biaya produksi langsung. Data hasil normalisasi ini digunakan untuk input *fuzzy logic* pada Matlab, sedangkan outputnya adalah harga jual. Fungsi keanggotaan *fuzzy* serta *rules* yang digunakan dilakukan dengan *trial and error*. Hasil *fuzzy logic* ini kemudian divalidasi dengan MAPE ( *Mean Absolute Percentage Error*), kemampuan prediksi serta adjusted R<sup>2</sup>-nya. Validasi model ini dilakukan dengan 5 data. Hasil *fuzzy logic* selanjutnya dibandingkan dengan model regresi Komariah (2013).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan biaya produksi total meliputi *capital investment*, *direct manufacturing cost*, *indirect manufacturing cost*, dan *general expenses*. Kemudian harga layak dihitung dengan IRR. Harga layak akan digunakan untuk mendapatkan nilai intangible. Faktor *intangible* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kualitas dan *brand*. Nilai intangible dibobotkan dengan AHP sehingga didapatkan nilai intangible kualitas dan *brand*. Nilai intangible ini sebagai input untuk fuzzy logic. Input untuk *fuzzy logic* yaitu biaya produksi total, kualitas, dan *brand*, sedangkan outputnya adalah harga jual. Nilai *intangible* yang didapatkan dari normalisasi terhadap biaya produksi langsung dapat dilihat pada Tabel 1.

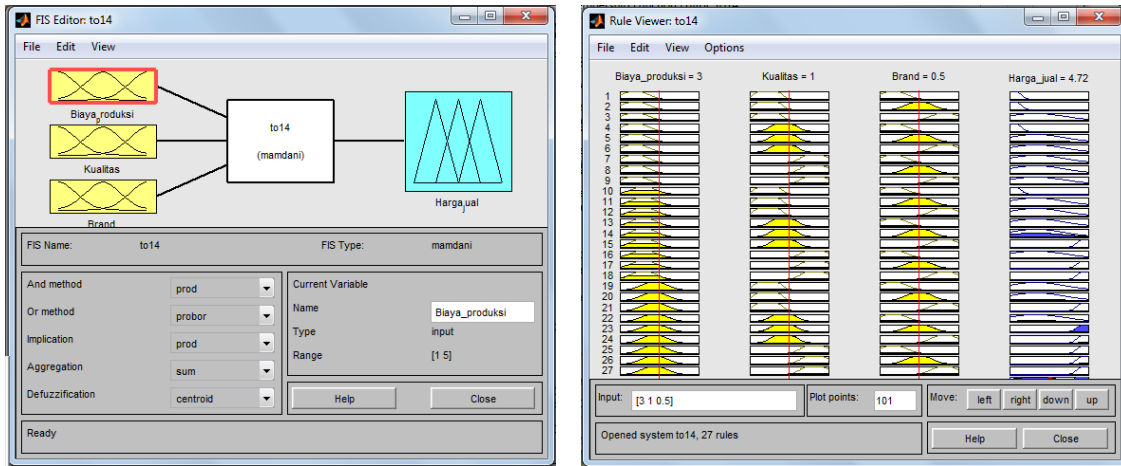
Tabel 1. Normalisasi Nilai *Intangible*

No.	Produk	Harga Jual	Biaya Produksi Langsung (Rp)	Biaya Produksi Total (Rp)	Kualitas	Brand
1	Jasa 1	5.475	25,570	2.165	0.770	0.549
2	Jasa 2	8.996	16,674	3.865	0.436	0.366
3	Jasa 3	6.563	16,000	2.250	0.496	0.442
4	Produk 1	3.148	96,738	1.518	0.101	0.011
5	Produk 2	3.577	84,425	1.864	0.242	0.017
6	Produk 3	4.381	74,864	1.581	0.562	0.025
7	Produk 4	2.462	20,305	1.453	0.201	0.314
8	Produk 5	2.546	20,420	1.730	0.071	0.088
9	Produk 6	2.710	23,985	1.616	0.313	0.393
10	Jasa 4	2.224	292,326	1.221	0.598	0.277
11	Jasa 5	4.696	74,526	1.351	2.220	1.031
12	Produk 7	2.523	257,675	1.646	0.151	0.050
13	Produk 8	2.376	252,577	1.345	0.692	0.231
14	Produk 9	1.302	268,792	1.136	0.048	0.010
15	Produk 10	1.539	237,198	1.379	0.018	0.004
16	Produk 11	2.317	64,728	1.557	0.324	0.095
17	Produk 12	2.113	78,070	1.790	0.153	0.045
18	Produk 13	2.831	2,826	2.397	0.169	0.169
19	Produk 14	2.442	4,095	1.443	0.440	0.440
20	Produk 15	1.476	5,421	1.300	0.068	0.068
21	Produk 16	3.151	6,664	1.554	0.785	0.425
22	Produk 17	1.828	9,849	1.391	0.317	0.051
23	Produk 18	2.342	1,238	1.431	0.426	0.176
24	Jasa 6	8.243	5,581	4.803	1.573	0.394
25	Jasa 7	4.965	997	2.179	1.899	0.452

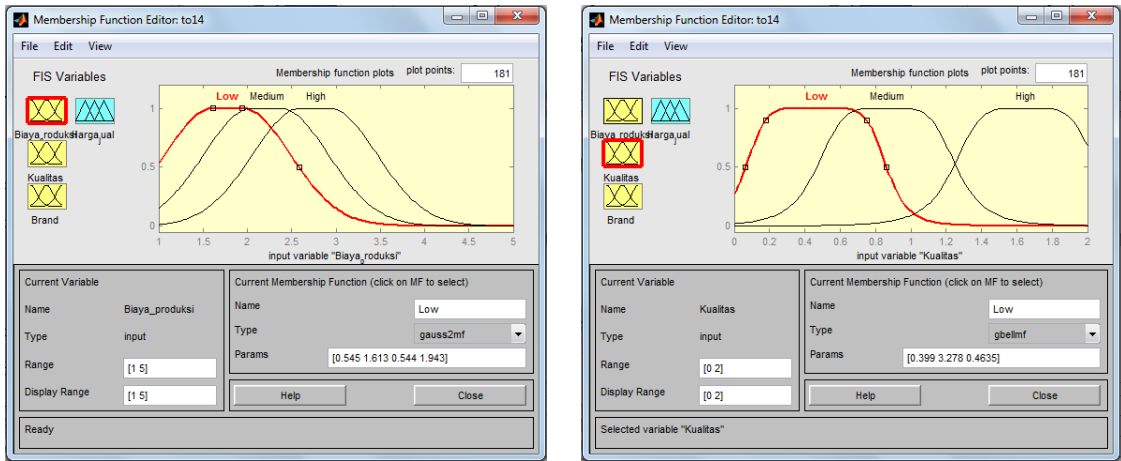
### Hasil Fuzzy Logic

Hasil *fuzzy logic* dengan 3 input dan 1 output ditunjukkan pada Tampilan FIS Editor Matlab pada Gambar 2.a., sedangkan *rule viewer* pada Matlab ditunjukkan pada Gambar 2.b.. *Rules* yang digunakan pada *fuzzy logic* ada 27. Fungsi keanggotaan dari masing-masing input dan output terdiri dari *Low* (L), *Medium* (M), dan *High* (H). Sedangkan jenis fungsi keanggotaannya menggunakan *gauss2mf* dan *gbell.Membership function* dari biaya produksi, kualitas, *brand*, dan harga jual dapat dilihat pada Gambar 3. dan Gambar 4.

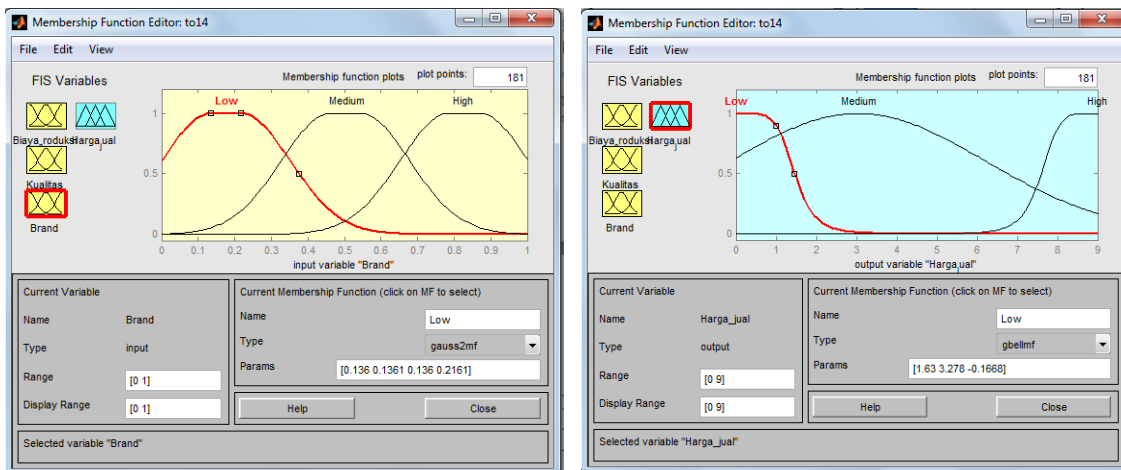




(a) FIS Editor Matlab dan (b) Rule Viewer Matlab

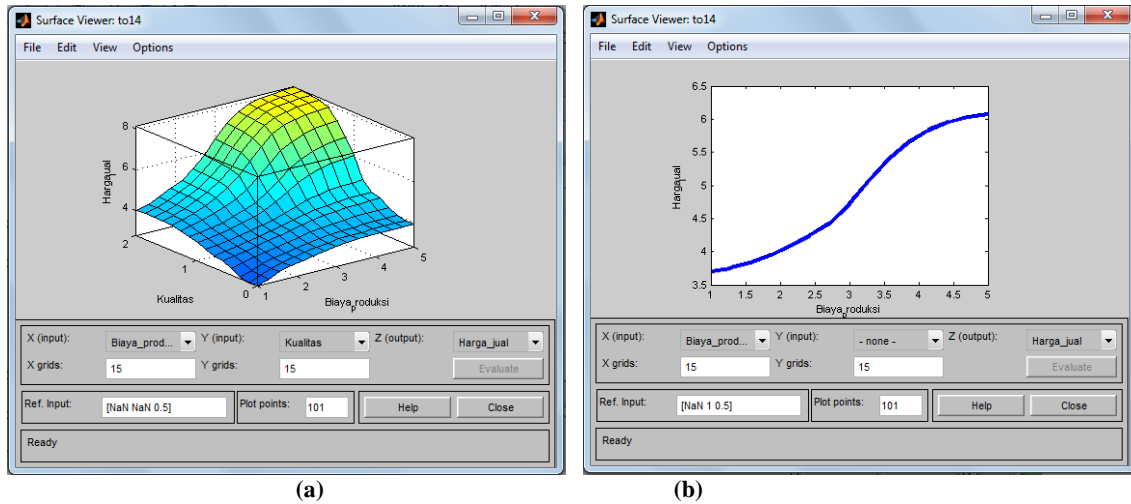


(a) Membership Function Biaya Produksi dan (b) Membership Function Kualitas

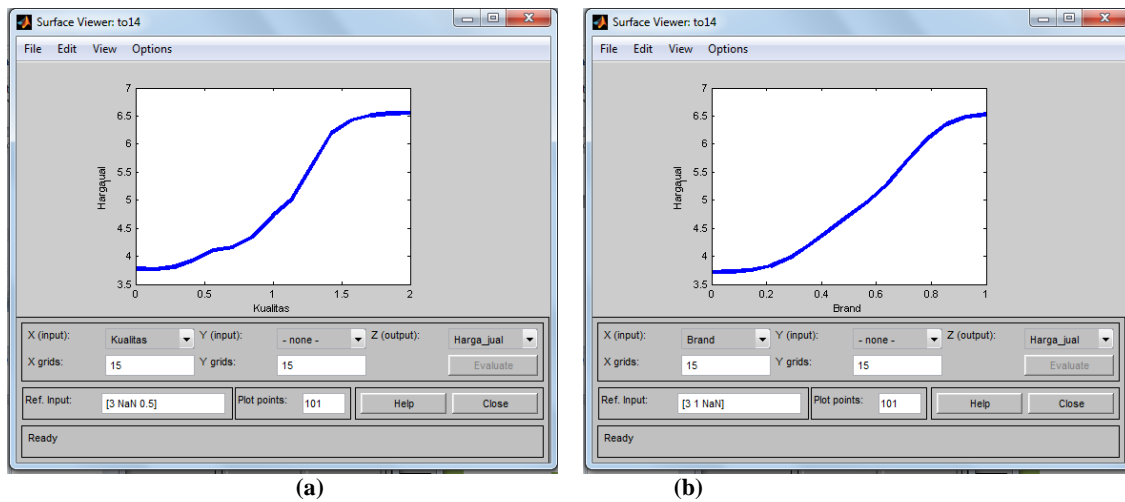


(a) Membership Function Brand dan (b) Membership Function Harga Jual

Berdasarkan fuzzy logic dengan software Matlab didapatkan model non linier, yang ditunjukkan dengan grafik yang tidak linier (lurus). Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan semakin tinggi nilai biaya produksi, kualitas dan brand semakin tinggi pula harga jualnya.



Gambar 5. (a) Surface Viewer Fuzzy logic (3D) dan (b) Surface Viewer Biaya Produksi Terhadap Harga Jual



Gambar 6. (a) Surface Viewer Kualitas Terhadap Harga Jual dan (b) Surface Viewer Brand Terhadap Harga Jual

### Perbandingan Fuzzy Logic Dan Regresi

Penelitian Komariah (2013) menghasilkan 6 model regresi linier dan non linier. Hasil dari perhitungan menggunakan metode regresi dari penelitian Komariah (2013) kemudian dibandingkan dengan hasil dari fuzzy logic. Perbandingan hasil model regresi dan fuzzy logic dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Model Hasil Regresi dan Fuzzy Logic

Metode		MAPE	Kemampuan Prediksi	Adjusted R <sup>2</sup>	
Regresi	1	$Y = 1,682x_1 + 0,437x_2 + 1,542x_3$	0.211	0.789	0.556
	2	$Y = 0,795 + 0,7301x_1 - 4,821x_2 + 4,519x_1x_2$	0.283	0.717	0.873
	3	$Y = 0,904x_1^{1,615} + 1,671x_2^{0,638} + 0,703x_3^{1,546}$	0.188	0.812	0.795
	4	$Y = 1,116x_1^{1,364} + 1,113x_1x_2 + 0,135x_1x_3$	0.395	0.605	0.825
	5	$Y = 0,992x_1^{1,339} + 1,206(x_1x_2)^{0,579} + 0,684(x_1x_3)^{2,130}$	0.234	0.766	0.837
	6	$Y = 1,045x_1^{0,830} + 1,143x_1^{1,453}x_2^{0,554} + 0,353x_1^{2,317}x_3^{2,190}$	0.740	0.260	0.858
Fuzzy Logic		0.061	0.939	0.897	

MAPE yang dihasilkan dari metode *fuzzy logic* memiliki nilai paling kecil dibandingkan dengan metode regresi yaitu 0.061. Kemampuan prediksi dan *adjusted R<sup>2</sup>* dari model *fuzzy logic* juga memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan model regresi yaitu 0.939 dan 0.897. Hal ini dikarenakan *fuzzy logic* dapat memodelkan ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam berbagai situasi (Guerra et al., 2007; Haji dan Assadi, 2009; Azadegan et al., 2011).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model dengan metode *fuzzy logic* menghasilkan MAPE lebih rendah dari model dengan metode regresi yaitu 6.1%. Kemampuan prediksi dan *adjusted R<sup>2</sup>* dari model *fuzzy logic* juga lebih tinggi dari metode regresi yaitu 93.9% dan 89.7%. Berdasarkan perbandingan ini maka model hasil *fuzzy logic* dapat diterapkan dalam menentukan harga jual produk.

Saran untuk penelitian selanjutnya perlu adanya penambahan data produk agar hasilnya lebih baik baik dari segi MAPE, *adjusted R<sup>2</sup>*-nya maupun kemampuan prediksinya. Penambahan faktor *intangible* juga perlu diperhatikan, yaitu dengan menambah faktor lainnya selain kualitas dan *brand*. Konsumen sebagai pengguna produk dan pesaing juga perlu dipertimbangkan dalam penentuan harga jual produk.

## PUSTAKA

- Arismunandar, I.R., (2009). *Pemrograman dan Simulasi Penentuan Harga Jual Produk Industri Makanan Ringan Menggunakan Pendekatan Logika Kabur Dengan Memperhatikan Persepsi Konsumen*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Azadegan, A., Porobic, L., Ghazinoory, S., Samouei, P., and Kheirkhah, A.S., (2011). *Fuzzy Logic In Manufacturing: A Review Of Literature and A Specialized Application*, Int. J. Production Economics, Vol. 132. Pp. 258–270.
- Blair, M. M., & Wallman, S. M. H. (2000). *Unseen wealth: Report of the Brookings task force on understanding intangibles sources of value*. Washington, DC: The Brookings Institution Press.
- Damareza, Kukul, (2011). *Analisis Faktor Intangible Yang Berpengaruh Pada Penentuan Harga Produk*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Fahin, Igna, S., (2010). *Analisis Faktor Intangible Terhadap Penentuan Harga Produk*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Guerra, M.L., Sorini, L., and Stefanini, (2007). *Parametrized Fuzzy Numbers for Option Pricing*. Fuzzy Systems Conference, FUZZ-IEEE.
- Haigh, David., and Knowles, Jonathan. 2004. *Brand Valuation : What it means and Why it matters*. IAM Supplement No.1, Pp. 18-22.
- Haji, A. and Assadi, M., (2009). *Fuzzy Expert Systems and Challenge of New Product Pricing*. Computers & Industrial Engineering. No. 56. Pp. 616–630.
- Humphreys, Kenneth, K., (2005). *Project and Cost Engineers' Handbook*. 4th Edition. New York: Marcel Dekker.
- Istiqomah, Intan., (2013). *Penentuan Harga Produk Dengan Memperhatikan Proyeksi Keuntungan, Persepsi Konsumen, dan Harga Kompetitor Menggunakan Pendekatan Fuzzy Logic Bertingkat*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Pradnyadhi, D.A., (2009). *Penentuan Harga Menggunakan Metode Logika Kabur Berdasarkan Proyeksi Pendapatan dari Produsen dan Keinginan Konsumen*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Komariah, Ainur., (2013). *Pengembangan Model Penentuan Harga Produk Dengan Mempertimbangkan Biaya dan Faktor-Faktor Intangible*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Kotler, Philip., and Armstrong, G., (2011). *Principles of Marketing*, 14th ed. Prentice Hall: Pearson Education, Inc.
- Kotler, Philip., and Keller, Kevin, L., (2012). *Marketing Management*, 14th ed. Prentice Hall: Pearson Education, Inc.
- Kurniawan, V.R.B., (2012). *Analisis Penentuan Harga Jual Produk Yang Dipengaruhi Faktor Intangible*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Kusumadewi, Sri., (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lestariningsih, Kusrianti, D., (2013). *Penentuan Harga Produk Karya Seni*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.
- Purba, Sartika., (2013). *Penentuan Harga Produk Kerajinan Kulit Menggunakan Pendekatan Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Proyeksi Keuntungan, Persepsi Konsumen, Dan Harga Kompetitor (Studi Kasus Toko Kerajinan Kulit ROOSMAN, Sentra Kerajinan Kulit Manding, Bantul)*. Yogyakarta: Teknik Industri UGM.

- Selim, H., (2009). *Determinants of house prices in Turkey: Hedonic regression versus artificial neural network, Expert Systems with Applications*. Vol. 36. Pp. 2843–2852.
- Soetanto, Danny, P., (2000). *Implementing Fuzzy Logic In Determining Selling Price*. Jurnal Teknik Industri. Vol. 2. No. 1. Pp. 42– 52. Universitas Kristen Petra.
- Tsai, C.-F., Lu, Y.-H., and Yen, D.C., (2012). *Determinants Of Istiqomahgible Assets Value: The Data Mining Approach*. Knowledge-Based Systems. Vol. 31. Pp. 67–77.

## **PENERAPAN LEAN MANUFACTURING PADA PT. INDOPUTERA UTAMATEX UNTUK MENGURANGI NON-VALUE ADDED TIME**

**Frida Soedjito<sup>1</sup>, Catharina Badra Nawangpalupi<sup>2</sup>, Loren Pratiwi<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> Program Pascasarjana, Magister Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Merdeka No. 30, Bandung 40117

<sup>2,3)</sup> Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141

Email: fridasoedjito@gmail.com<sup>1</sup>, katrin@unpar.ac.id<sup>2</sup>, loren.pratiwi@gmail.com<sup>3</sup>

3

### **ABSTRAK**

Pada era globalisasi saat ini, perkembangan industri yang ada di Indonesia akan semakin ketat. PT. Indo Putera Utamatex merupakan sebuah industri yang bergerak dalam bidang tekstil, yang berfokus pada pencelupan kain. Walaupun semua jenis kain dapat dicelup pada perusahaan ini, akan tetapi kain greige yang dicelup sekitar 80%-nya adalah kain rayon. Persaingan yang ketat membuat PT. Indo Putera Utamatex ingin meningkatkan performansi dari lini produksinya dengan cara mengurangi pemborosan-pemborosan yang ada dengan menggunakan konsep Lean Manufacturing.

Value Stream Mapping merupakan salah satu alat bantu untuk melakukan identifikasi pemborosan yang ada pada PT. Indo Putera Utamatex. Pemetaan dilakukan dengan menggunakan beberapa data, yaitu waktu interproses, waktu siklus (C/T), changeover time atau waktu setup (C/O), uptime, jumlah jam kerja yang tersedia, jumlah pekerja pada setiap mesin. Waktu interproses merupakan non-value added time sedangkan waktu siklus dan waktu setup merupakan value added time. Fokus utama untuk usulan perbaikan, yaitu waktu interproses antara kain berada di gudang menuju proses pemertaaian kain, waktu interproses antara proses pembelahan kain menuju proses open finishing, waktu interproses antara proses perbaikan penampilan fisik kain (calendar) menuju proses pengemasan, dan waktu menunggu kain diambil oleh konsumen. Usulan perbaikan dilakukan dengan mengurangi non-value added time dan memperhatikan sasaran dari perusahaan.

Terdapat dua ukuran performansi yang dapat diukur dengan menggunakan Value Stream Mapping, yaitu production lead time dan value added time. Production lead time dari pemetaan kondisi saat ini adalah sebesar 13,191 hari sedangkan production lead time dari pemetaan sistem usulan sebesar 4,05 hari. Sedangkan value added time berdasarkan pemetaan keadaan saat ini dan usulan sebesar 16,13 jam. Potensi performansi yang dapat ditingkatkan ketika perusahaan melakukan minimasi pemborosan adalah sebesar 69,3%.

**Kata Kunci:** *Lean, Value Stream Mapping, Pemborosan, Lead Time, Value Added, Non-Value Added*

### **PENDAHULUAN**

Seiring dengan perkembangan zaman, industri manufaktur pun semakin berkembang. Oleh karena itu, terdapat banyak persaingan di industri manufaktur tersebut. Berdasarkan Buku Pengembangan Klaster Industri Prioritas Industri Penunjang Industri Kreatif dan Industri Kreatif Tertentu (2009), disebutkan di Indonesia terdapat sebanyak 1.044 perusahaan pertenunan atau perajutan yang terdaftar, yang kebanyakan berlokasi di Jawa Barat dan Jawa Tengah.

Persaingan yang ketat untuk memperebutkan konsumen dapat dilakukan dengan banyak cara, contohnya adalah meningkatkan kualitas produk dan meningkatkan efisiensi dari perusahaan. Cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk adalah dengan menerapkan *lean manufacturing*, yaitu meminimasi pemborosan atau *waste* yang ada dan meminimasi terjadinya cacat produk. *Lean* menurut Gaspersz (2012), yaitu suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull sistem*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Penelitian akan dilakukan pada PT. Indo Putera Utamatex yang selanjutnya disingkat menjadi PT. IPU, merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri tekstil khususnya adalah pencelupan kain. PT. IPU terletak di Jl. Nanjung No. 115, Bandung.

## METODE PENELITIAN

Literatur yang digunakan peneliti dalam karya karya tulis ini terkait dengan konsep *lean manufacturing*.

### **Lean**

Istilah *Lean* dalam literatur memiliki banyak definisi. Menurut Shah dan Ward (2007), proses *lean* didefinisikan sebagai integrasi dari sistem sosio-teknis yang tujuan utamanya adalah untuk menghilangkan limbah dengan bersamaan mengurangi atau meminimalkan pemasok, pelanggan, dan variabilitas internal.

Menurut Hopp dan Spearman (2004), *Lean* didefinisikan produksi barang atau jasa yang meminimalkan biaya penyangga yang terkait dengan *lead time*, persediaan, atau kelebihan kapasitas.

Menurut Rother dan Shook (1999) dan Abdulmaleka dan Rajgopal (2007) *Lean Production* berarti melakukan identifikasi semua jenis limbah dalam aliran nilai dari *supply chain* dan implementasi dari alat bantu yang digunakan untuk menghilangkan *waste* tersebut untuk meminimasi *lead time*. Secara umum, *Lean manufacturing* dapat diartikan untuk merampingkan sistem manufaktur yang berada pada perusahaan.

### **Prinsip Lean**

Menurut Gaspersz (2012), terdapat beberapa prinsip pada konsep sistem *Lean*, antara lain:

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan sudut pandang dari konsumen, dimana konsumen menginginkan suatu produk (barang atau jasa) dengan kualitas yang superior, harga kompetitif dan pengiriman yang tepat waktu. Selain daripada perusahaan memikirkan sudut pandang pelanggan dalam melakukan desain produk, proses produksinya, penting untuk mengetahui pemasarannya.
2. Membuat dan melakukan identifikasi terhadap aliran proses produk sehingga kegiatan yang dilakukan dalam memproses produk dapat diamati secara detail. Apabila aliran proses kerja tidak dibuat, maka terdapat penelitian yang agak sulit untuk melakukan pertimbangan apakah memberikan nilai tambah kepada produk yang dibuat.
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas yang terdapat dalam proses *value stream* tersebut dengan melakukan analisis terhadap *value stream* yang telah dibuat terlebih dahulu.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk mengalir dengan lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan sistem tarik (*pull* Sistem).
5. Secara terus-menerus dan berkesinambungan melakukan peningkatan dan perbaikan dengan cara mencari teknik-teknik dan alat peningkatan agar mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

### **Pemborosan (Waste)**

Menurut Locher (2008), pemborosan dalam istilah Jepang adalah *Muda* merupakan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah (*non-value added activities*) dan dikenal dalam *Lean Manufacturing* sebagai “*seven mudas*”. Terdapat beberapa macam pemborosan yang didefinisikan oleh Taiichi Ohno (1998), antara lain:

1. Overproduksi
2. Persediaan berlebih
3. Menunggu
4. Transportasi
5. Pemrosesan secara berlebih
6. Gerakan yang tidak perlu
7. Cacat

### **Value Stream Mapping (Vsm)**

Menurut Locher (2008), *value stream* didefinisikan adalah serangkaian aktivitas-aktivitas yang spesifik yang diperlukan untuk membawa produk yang spesifik atau jasa melalui pekerjaan manajemen yang kritis. Menurut Montgomery (2009), VSM merupakan cara lain untuk melihat urutan dari material dan informasi dari suatu proses. VSM mirip dengan sebuah diagram alir, akan tetapi digabungkan dengan informasi lain yang berhubungan dengan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada setiap langkah dari proses dan informasi yang dibutuhkan.

### Langkah Melakukan Vsm

Langkah-langkah dalam melakukan VSM menurut Locher (2008) adalah:

1. Persiapan (*Preparation*)  
Pada tahap persiapan, dilakukan identifikasi tim untuk melakukan pemetaan, mengidentifikasi produk atau proyek yang akan diteliti, dan mengidentifikasi bagaimana produk atau proyek dipetakan.
2. Keadaan saat ini (*CurrentState*)  
Pada tahap ini, dilakukan persetujuan pada pemetaan saat ini yang telah dipelajari.
3. Keadaan mendatang (*FutureState*)  
Pada tahap ini, melakukan persetujuan untuk visi dari pengembangan proses *Lean*.
4. Perencanaan dan Implementasi (*Planning and Implementation*)  
Pada tahap ini, dilakukan pengembangan rencana untuk mencapai *future state* yang telah dibuat.

### Keuntungan Metode Vsm

Menurut Sarkar (2008), VSM memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

1. Mengeliminasi pemborosan yang tidak terlihat.
2. Menggambarkan baik aliran material dan aliran informasi dari proses produksi.
3. Secara jelas membuat kesempatan untuk meningkatkan pada setiap proses.
4. Proses secara keseluruhan dibuat menjadi visual.
5. Dapat membantu melakukan *brainstorm* dan mencapai persetujuan dalam pembuatan *future state*.
6. Dapat memberi tahu dimana peneliti dapat mengurangi waktu di dalam proses.
7. Menentukan waktu siklus dibandingkan dengan waktu *value added* sebenarnya pada proses.
8. Dapat digunakan sebagai perencanaan yang bersifat strategik, perubahan manajemen, dan alat untuk komunikasi.

### Pedoman Penggambaran Pemetaan Usulan

Terdapat beberapa pedoman yang diperlukan untuk menggambarkan pemetaan usulan. Menurut Rother dan Shook (1999), pedoman-pedoman tersebut, antara lain:

1. Tingkat produksi harus disesuaikan dengan permintaan dari konsumen. *Takt time* merupakan sebuah konsep yang dapat menggambarkan hal seperti itu. *Takt time* didapat dengan membagi antara kapasitas tersedia dengan jumlah permintaan. Menurut Rother dan Shook (1999), nilai dari *Takt time* tidak boleh melebihi dari waktu siklus yang ada pada setiap proses.
2. Pembentukan aliran yang kontinu atau terus menerus apabila memungkinkan. Aliran yang kontinu akan membuat waktu interproses berkurang hingga mencapai nol detik, sehingga apabila terdapat aliran yang kontinu, *production lead time* akan menjadi berkurang.
3. Melakukan pekerjaan sistem tarik atau *pull system* diantara tempat kerja ketika aliran yang kontinu tidak dapat dilakukan. Dalam hal ini, dapat digunakan simbol *supermarket*. *Supermarket* merupakan inventory sementara yang ada pada rantai produksi. *Supermarket* digunakan ketika akan dilakukan pengiriman satu lot ke stasiun berikutnya, sehingga diperlukan *inventory* sementara untuk mengumpulkan sejumlah satu lot tersebut.
4. Hanya satu proses yang disebut dengan proses *pacemaker*, yang sebaiknya menjadikan perintah untuk melakukan produksi pada komponen yang berbeda-beda. Proses ini akan mengatur kecepatan untuk nilai seluruh aliran produksi. Pada titik ini, benda *downstream* akan mengalir dengan sistem penjadwalan FIFO (*First In, First Out*), sedangkan *upstream*, produksi akan dipicu oleh sinyal tarik.
5. Peningkatan efisiensi proses secara keseluruhan. Proyek seperti metode kerja, dan perbaikan waktu siklus, pengurangan waktu *setup* atau *changeover*, dan manajemen pemeliharaan dapat dilakukan. Peningkatan efisiensi berdasarkan VSM dapat dilakukan dengan mengurangi *production lead time* yang ada, sehingga cara-cara yang digunakan tersebut dapat mengurangi *production lead time* dari proses.

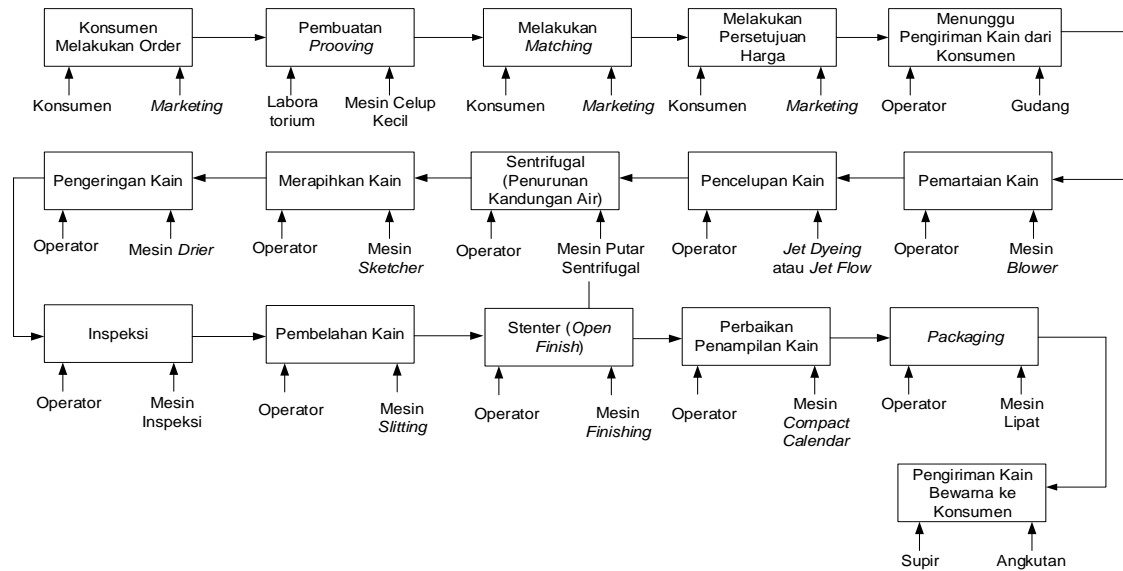
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan konsep *lean manufacturing* di PT. Indoputera Utamatex dilakukan dengan pengambilan data, pengolahan data, lalu dilakukan usulan perbaikan yang dibutuhkan.

### Urutan Proses Produksi

Dalam melakukan proses pencelupan kain, PT. IPU memiliki mesin yang terletak pada lantai produksi, yaitu adalah mesin *blower*, mesin *jet dyeing*, mesin *jet flow*, mesin putar sentrifugal, mesin *sketcher*, mesin *drier*, mesin inspeksi, mesin *slitting*, mesin *finishing*, dan mesin lipat. Mesin-mesin

tersebut memiliki fungsinya masing-masing sesuai dengan aktivitas yang dilakukan. Aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk memenuhi permintaan konsumen terdiri dari beberapa aktivitas. Akan tetapi aktivitas-aktivitas tersebut akan berbeda urutannya dan mesin yang digunakan pada lantai produksi bergantung dari jenis kain konsumen. Urutan proses produksi untuk melakukan pencelupan kain dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Urutan Proses Pencelupan PT. Indoputera Utamatex

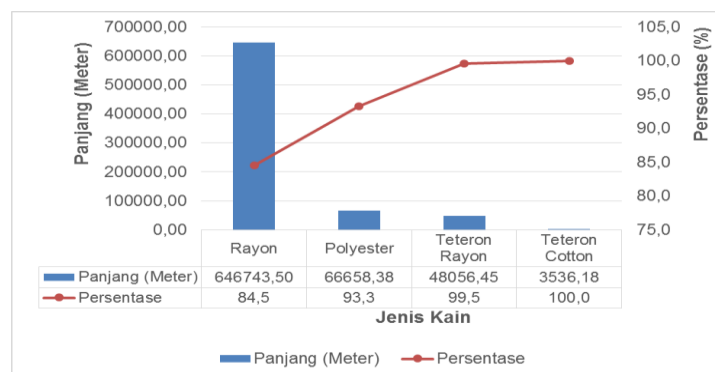
### Penentuan Jenis Kain

Terdapat berbagai macam jenis kain yang dapat dicelup pada PT. IPU. Data historis kain yang dicelup pada PT. IPU selama bulan November 2013, Desember 2013, dan Januari 2014. Ringkasan panjang kain selama tiga bulan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Historis Panjang Kain

Jenis Kain	Panjang (Meter)	Kumulatif Panjang	%
Rayon	646.743,5	646.743,5	84,5
Polyester	66.658,375	713.401,875	93,2
Teteron Rayon	48.056,45	761.458,325	99,5
TeteronCotton	3.536,175	764.994,5	100
Jumlah	76.4994,5		

Berdasarkan Tabel 1. dilakukan pembuatan Diagram Pareto berdasarkan panjang kain (Meter) pada setiap jenis kain yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Berdasarkan Panjang Kain (Meter)



Diagram Pareto tersebut bertujuan untuk menentukan jenis kain mana yang akan ditelaah lebih lanjut dalam melakukan penelitian ini. Kesimpulan yang didapatkan dengan menggambarkan Diagram Pareto adalah jenis kain yang akan diteliti lebih lanjut adalah jenis kain yang memiliki persentase sampai dengan 80%. Hal tersebut dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip dari Diagram Pareto itu sendiri. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa jenis kain Rayon mencapai 84,5%.

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah diketahui jenis kain apa yang akan diteliti lebih lanjut. Data-data yang digunakan untuk membuat VSM terdiri dari beberapa, yaitu waktu siklus (C/T), *changeovertime* atau waktu *setup* (C/O), *uptime*, jumlah jam kerja yang tersedia, dan data lain yang diperlukan. Data-data tersebut didapat dengan cara observasi langsung pada perusahaan dan PT. IPU memberikan data historis perusahaannya.

Data jumlah pekerja untuk satu *shift* kerja dan waktu *setup* untuk setiap proses. Waktu *setup* untuk setiap proses dilakukan sesaat ketika kain akan dilakukan proses tersebut. *Setup* mesin tidak dapat dilakukan apabila barang yang akan diproses belum ada. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Jumlah Pekerja dan Waktu Setup**

Proses	Jumlah Pekerja	Waktu Setup (menit)
Pemartaian Kain	1	5
Pencelupan Kain	2	30
Penurunan Kandungan Air	1	5
Perapihan Kain	1	5
Pengeringan Kain	2	10
Inspeksi	2	5
Pembelahan Kain	3	10
<i>Open Finishing</i>	3	15
<i>Calendar</i>	3	10
Pengemasan Kain	1	10

### Penentuan Panjang Kain Yang Dipetakan

PT. IPU memiliki tiga jenis mesin celup yang digunakan, dimana ketiga mesin celup tersebut memiliki kapasitas masing-masing. Kapasitas dari masing-masing mesin celup tersebut, yaitu mesin celup untuk 200 Kg atau 600 meter, 400 Kg atau 1200 meter, dan 600 Kg atau 1800 meter. Sedangkan *uptime* dari setiap mesin adalah 80%, sehingga kapasitas maksimum untuk mesin celup itu sendiri adalah 160 Kg atau 480 meter, 320 Kg atau 960 meter, dan 480 Kg atau 1440 meter. Apabila berat kain yang akan dicelup lebih kecil dari 160 Kg, maka kain konsumen akan dicelup pada mesin celup yang berkapasitas 160 Kg.

Penentuan panjang kain didasarkan dari kapasitas mesin celup paling kecil (480 meter), pencelupan kain konsumen yang memiliki kuantitas yang relevan adalah 6 rol atau 450 meter. Penggambaran yang akan dilakukan dengan menggunakan VSM adalah pemetaan dari jenis kain Rayon, dengan jumlah 6 rol atau 150 Kg atau 450 meter.

### Value Stream Mapping Keadaan Saat Ini

Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan, maka dapat dilakukan pembuatan Value Stream Mapping Keadaan Saat Ini. VSM dapat dilihat pada Lampiran A.

Berdasarkan VSM yang telah dibuat, dapat diketahui bahwa *total productionlead time* pada proses pencelupan 450 meter kain rayon sangat besar, yaitu sebesar 13,19 hari. *Valueaddedtime* berdasarkan pemetaan adalah 16,12 jam untuk memproduksi 450 meter kain rayon. Menurut Gaspersz (2012), *Productionlead time* didapat dengan menjumlahkan waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas-aktivitas yang ada di lantai produksi. *Valueaddedtime* menurut Gaspersz (2012), merupakan penjumlahan waktu dari setiap prosesnya saja. Perbandingan antara *valueaddedtime* dengan *productionlead time* atau yang disebut dengan *ratio* sebesar 5,6%. Perbandingan tersebut berbanding

lurus dengan performansi perusahaan, sehingga semakin kecil perbandingan tersebut maka performansi perusahaan juga akan semakin kecil.

### Sasaran Perusahaan

Dalam melakukan perbaikan sistem, perlu diketahui apa yang menjadi sasaran dari perusahaan tersebut. Tujuan dari perbaikan sistem ini seharusnya sejalan dengan apa yang perusahaan inginkan. Berdasarkan wawancara langsung dengan *Manager* PT. IPU, yaitu Bapak Eddy, diketahui terdapat dua sasaran dari PT. IPU.

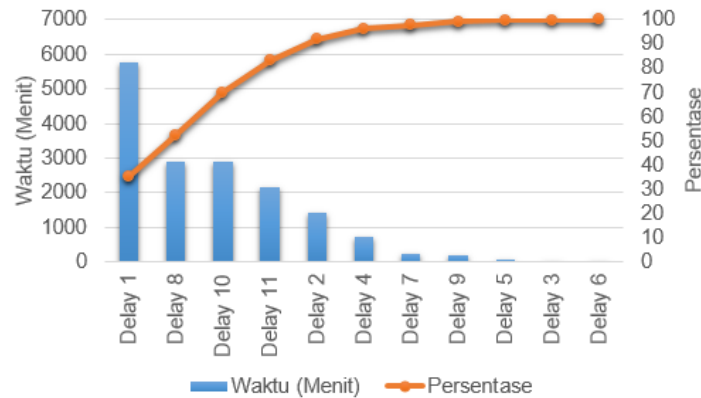
Sasaran perusahaan tersebut adalah yang pertama meningkatkan kapasitas produksi dan yang kedua adalah melakukan *fair play* dengan konsumen. *Fair play* yang dimaksudkan oleh perusahaan merupakan suatu sikap atau perilaku yang diberikan oleh PT. IPU secara adil untuk setiap konsumen, dan tidak mementingkan konsumen tertentu saja.

### Fokus Perbaikan Sistem

Usulan perbaikan yang dilakukan berfokus pada pengurangan dari waktu interproses dari yang paling besar hingga mencapai 80% dari waktu interproses keseluruhan dengan menggunakan Diagram Pareto. Waktu *delay* antar stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan Diagram Pareto untuk fokus perbaikan dapat dilihat pada Gambar 3

Tabel 3. Ringkasan Waktu *Delay* Antar Stasiun Kerja

	Keterangan	Waktu (Menit)	Kumulatif (Menit)	Persentase (%)
Delay 1	Waktu interproses antara kain <i>greige</i> datang ke gudang - pemartaian kain	5.760	5.760	35,0
Delay 8	Waktu interproses antara pemartaian kain - pencelupan kain	2.880	8.640	52,5
Delay 10	Waktu interproses antara pencelupan kain - penurunan kadar air (sentrifugal)	2.880	11.520	70,1
Delay 11	Waktu interproses antara penurunan kandungan air (sentrifugal) - perapihan kain ( <i>scutcering</i> )	2.160	13.680	83,2
Delay 2	Waktu interproses antara perapihan kain ( <i>scutcering</i> ) - pengeringan kain	1.440	15.120	91,9
Delay 4	Waktu interproses antara pengeringan kain - inspeksi	720	15.840	96,3
Delay 7	Waktu interproses antara inspeksi - pembelahan kain	245	16.085	97,8
Delay 9	Waktu interproses antara pembelahan kain - <i>open finishing</i>	210	16.295	99,1
Delay 5	Waktu interproses antara <i>open finishing</i> - perbaikan penampilan fisik ( <i>calendar</i> )	90	16.385	99,6
Delay 3	Waktu interproses antara perbaikan penampilan fisik ( <i>calendar</i> ) - pengemasan	30	16.415	99,8
Delay 6	Waktu interproses antara pengemasan - pengiriman kain	30	16.445	100



Gambar 3. Diagram Pareto Delay Antar Stasiun Kerja

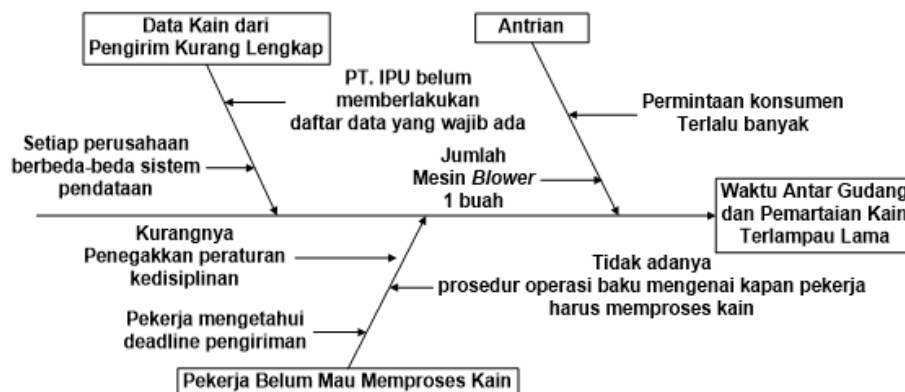
Berdasarkan Diagram Pareto tersebut, dapat ditentukan kumulatif waktu *delay* antar stasiun yang mencapai sekitar 80% terdapat pada *delay* 1, *delay* 8, *delay* 10, dan *delay* 11.

### ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN

Pada tahap ini, dilakukan analisis penyebab berdasarkan keempat fokus perbaikan dan menentukan usulan perbaikan yang tepat untuk PT. IPU.

#### Gudang Dengan Pemertaian Kain (*Delay* 1)

Identifikasi penyebab masalah terjadinya waktu interproses dari gudang ke stasiun pemertaian kain dilakukan dengan menggunakan Diagram Tulang Ikan. Diagram Tulang Ikan pada gudang dengan pemertaian kain dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone*) pada Gudang dengan Pemertaian Kain

Pemborosan pada gudang dengan pemertaian kain, yaitu waktu menunggu dan adanya *inventory*. Pemborosan tersebut sebaiknya diminimasi dengan cara perusahaan membuat daftar data apa saja yang harus ada supaya proses pemertaian dapat dilakukan dan tidak melakukan konfirmasi ulang kepada konsumen. Selain itu, perusahaan sebaiknya menegakkan peraturan kedisiplinan dan dibuatnya prosedur operasi baku supaya pekerja dapat mengetahui kapan harus melakukan pemertaian.

Waktu interproses dari gudang menuju proses pemertaian kain berkurang yang tadinya 5760 menit menjadi 1168 menit. Caranya adalah dengan mengurangi *backlog* yang terjadi pada PT. IPU, dimana terdapat 7 kejadian *backlog* dari 34 order yang ada pada PT. IPU selama 3 bulan. Waktu *backlog* disini berarti waktu yang dibutuhkan oleh PT. IPU dari melakukan konfirmasi data kain sampai dengan data kain dikirimkan kembali oleh konsumen. Waktu *backlog* terlama yang pernah dialami oleh PT. IPU adalah selama 22 jam (dari jam 13.00 sampai jam 11.00). Pengurangan yang dapat dilakukan adalah sebesar 7 kejadian per 34 order dikalikan dengan waktu terlama, yaitu sebesar 4,5 jam. Selain itu, pengurangan waktu menunggu dilakukan yang tadinya kain menunggu terlama sebesar 96 jam atau 4 hari, usulan perbaikannya adalah kain menunggu paling lama 24 jam atau 1 hari. Usulan waktu menunggu dari gudang menuju proses pemertaian adalah sebesar 1168 menit.

#### Proses Pembelahan Kain Dengan *Open Finishing* (*Delay* 8)

Identifikasi penyebab masalah terjadinya waktu interproses dari proses pembelahan kain ke proses *open finishing* dilakukan dengan menggunakan Diagram Tulang Ikan. Diagram Tulang Ikan pada proses pembelahan kain ke proses *open finishing* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone*) pada Proses Pembelahan Kain dengan *OpenFinishing*

Pemborosan pada bagian ini adalah waktu menunggu dan *inventory*. Usulan perbaikan yang sebaiknya dilakukan adalah dengan memberikan waktu batas maksimum produk disimpan, dan memberikan prosedur operasi baku untuk pekerja supaya pekerja dapat bekerja teratur dan beruntun dari proses satu ke proses lainnya, dan menggunakan sistem supermarket. Sistem *supermarket* yang ada pada proses pembelahan kain bertujuan untuk mengumpulkan kain sampai sejumlah tertentu baru selanjutnya kain tersebut dikirimkan ke proses *open finishing*. Sistem *supermarket* yang dapat diterapkan tidak memerlukan ruangan tambahan karena ruang yang ada pada PT. IPU sudah cukup memadai. Waktu interproses antara proses pembelahan dengan proses *open finishing* sebesar 2880 menit. Pengurangan waktu dilakukan dengan mengusahakan aliran yang kontinu, namun dalam hal ini proses transportasi tidak dapat dihilangkan.

#### Proses Perbaikan Penampilan Fisik (*Calendar*) Dengan Pengemasan (*Delay 10*)

Identifikasi penyebab masalah terjadinya waktu interproses dari proses perbaikan penampilan fisik (*calendar*) dengan pengemasan dilakukan dengan menggunakan Diagram Tulang Ikan. Diagram Tulang Ikan pada proses perbaikan penampilan fisik (*calendar*) dengan pengemasan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone*) pada Proses Perbaikan Penampilan Fisik (*Calendar*) dengan Pengemasan

Berdasarkan Diagram Tulang Ikan tersebut, dapat diketahui pemborosan yang terjadi pada proses perbaikan penampilan fisik (*calendar*) dengan pengemasan adalah waktu menunggu.

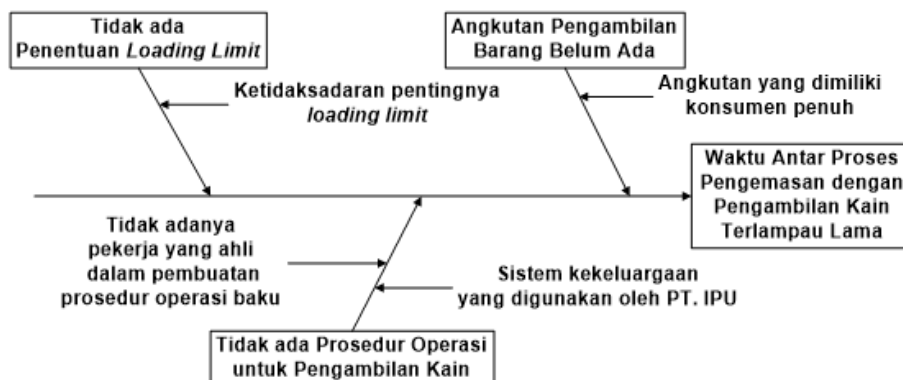
Usulan perbaikan dalam proses perbaikan penampilan fisik (*calendar*) dengan pengemasan adalah mencantumkan *alarm* atau *timer* pada mesin tersebut, sehingga pekerja mengetahui dengan pasti waktu selesai proses pada mesin tersebut. *Alarm* atau *timer* tersebut dapat digunakan pada mesin *calendar* karena

pekerja secara pasti mengatur lamanya kain berada pada mesin tersebut. Keterlambatan dari plastik juga merupakan penyebab dari waktu interproses yang lama, dimana sebaiknya PT. IPU meningkatkan suatu tim kontrol dan monitor pada bagian lantai produksi. Tim kontrol dan monitor dilakukan untuk melihat keadaan-keadaan yang terjadi pada lantai produksi, sehingga apabila jumlah bahan baku sudah menipis, sebaiknya tim kontrol dan monitor melaporkan kepada kepala produksi untuk memesan bahan baku tersebut.

Sama halnya dengan pengurangan waktu interproses pada proses pembelahan kain dengan proses *open finishing*. Waktu menunggu pada proses perbaikan penampilan fisik dengan proses pengemasan adalah sebesar 2880 menit. Pengurangan waktu dilakukan dengan mengusahakan aliran yang kontinu, akan tetapi tidak menghilangkan waktu transportasi. Pemborosan yang dikurangi adalah *inventory* dan waktu menunggu dari kainnya. Sistem *supermarket* juga diterapkan dalam proses perbaikan penampilan fisik, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan sejumlah lot kain adalah sebesar waktu transportasinya. Waktu transportasi proses perbaikan penampilan fisik dengan proses pengemasan adalah sebesar 10 menit.

### Proses Pengemasan Kain Dengan Pengambilan Kain Oleh Konsumen (*Delay 11*)

Identifikasi penyebab masalah terjadinya waktu interproses dari proses pengemasan kain dengan pengambilan kain oleh konsumen dilakukan dengan menggunakan Diagram Tulang Ikan. Diagram Tulang Ikan pada proses perbaikan penampilan fisik (*calendar*) dengan pengemasan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone*) pada Proses Pengemasan dengan Pengambilan Kain

Waktu interproses yang keempat adalah konsumen belum mengambil barang jadi pada PT. IPU, hal ini akan menyebabkan pemborosan yaitu *inventory*. Waktu interproses pada kondisi saat ini adalah sebesar 2160 menit, sedangkan waktu pada usulan perbaikan adalah sebesar 420 menit. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi waktu interproses dan *inventory* pada lini produksi. Dimana dasar dari pengurangan waktu tersebut adalah PT. IPU sebaiknya menentukan batas maksimum kain berwarna disimpan atau berada pada perusahaan. Dasar tersebut yang menjadikan waktu dari proses pengemasan sampai kain diambil oleh konsumen adalah sebesar 420 menit atau selama 7 jam.

### Future State Mapping

Setelah mengetahui usulan-usulan perbaikan yang akan ditetapkan, dilakukan pemetaan *Value Stream Mapping* usulan. *Value Stream Mapping* usulan dapat dilihat pada Lampiran B.

Terdapat dua parameter yang digunakan pada VSM, yaitu *production lead time* dan *value added*. *Production lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproses barang dari bahan baku sampai menjadi barang jadi yang siap dikirim. Perhitungan untuk mendapatkan *production lead time* adalah dengan menjumlahkan waktu *non-value added* dengan waktu *value added*. Dalam hal ini, *production lead time* atau waktu yang dibutuhkan untuk memproses 450 meter kain pada kondisi saat ini adalah sebesar 13,19 hari. *Ratio* pada VSM keadaan saat ini adalah sebesar 5,6 %. Sedangkan pada usulan perbaikan sistem, *production lead time* pada PT. IPU adalah sebesar 4,04 hari. Dengan *ratio* pada VSM usulan perbaikan sistem adalah 18,1%. Peningkatan *ratio* dari kondisi saat ini dengan usulan perbaikan adalah 12,6%.

## Perbandingan Sistem Saat Ini Dan Usulan

Perbedaan dari VSM saat ini dengan usulan perbaikan, antara lain:

1. Diterapkan sistem FIFO (*First in, First Out*) pada proses gudang-pencelupan kain-penurunan kandungan air-perapihan kain-pengeringan kain-inspeksi-pembelahan kain, *open finishing-calendar*. Menurut Sarkar (2008), jalur FIFO adalah sebuah mekanisme yang digunakan untuk meregulasi aliran kerja dimana terdapat sejumlah *inventory* antara dua stasiun kerja. Proses-proses yang digunakan FIFO, merupakan proses yang memang memiliki *inventory* diantara dua stasiun kerja, hal tersebut diketahui karena terdapat waktu interproses yang besar. Aliran material FIFO juga bertujuan sebagai salah satu pencapaian dari sasaran perusahaan, dimana perusahaan ingin melakukan *fair play* untuk konsumen. *Fair play* untuk konsumen dapat dilakukan apabila PT. IPU menerapkan sistem barang yang masuk terlebih dahulu akan keluar terlebih dahulu atau FIFO.
2. Adanya sistem *supermarket* pada proses pembelahan kain-*open finishing* dan proses *calendar*-pengemasan. Sistem supermarket diterapkan bertujuan untuk membantu penjadwalan dari proses *upstream* yang akan mengalir secara kontinu. Sistem *supermarket* adalah sebuah *inventory* atau tempat penyimpanan sementara yang berada pada proses *upstream* atau proses *suppliernya*, apabila pada tempat penyimpanan sementara ini ketika sudah mencapai sejumlah *lot* tertentu barulah dapat dikirimkan kepada proses konsumennya. Sistem *supermarket* dilakukan ketika proses-proses yang ada memiliki lokasi yang berjauhan satu sama lain, dimana pada PT. IPU sendiri terdapat jarak yang cukup jauh antar stasiun kerjanya, sehingga baik apabila diterapkan sistem *supermarket*. Pada sistem *supermarket* menurut Sarkar (2008), *supermarket* tidak menambah biaya simpan barang dan sumber daya, hanya jumlah dari barang yang dapat ditempatkan pada suatu rak atau tempat tertentu.
3. Stasiun kerja yang menjadi *pacemaker* adalah pengambilan kain oleh konsumen. *Pacemaker* berguna untuk menentukan proses apa yang akan menjadi patokan untuk dilakukan penjadwalan. Penjadwalan hanya pada bagian pengambilan kain oleh konsumen saja, dan waktu dari proses-proses sebelumnya atau proses *upstreamnya* mengikuti dari proses pengambilan kain tersebut.
4. *Production lead time* usulan perbaikan menjadi 4,05 hari dan *value added time* sebesar 16,12 jam

Berdasarkan usulan perbaikan, dimana perbaikan difokuskan pada pengurangan pemborosan pada waktu interproses yang telah diidentifikasi dengan menggunakan Diagram Pareto tersebut, maka diperoleh waktu keseluruhan produksi (*production leadtime*) adalah sebesar 4,05 hari. Maka, potensi perbaikan *production lead time* adalah sebesar 69,3%.

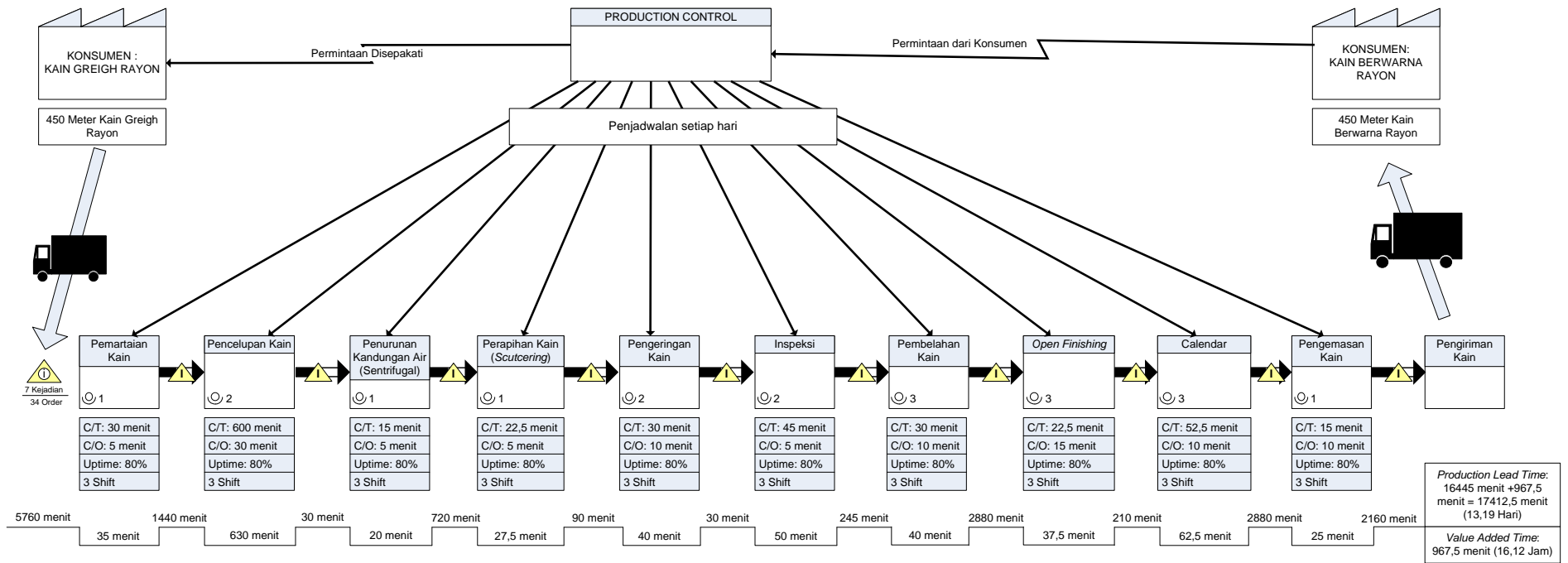
## KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis sebelumnya, beberapa simpulan dapat diperoleh, antara lain:

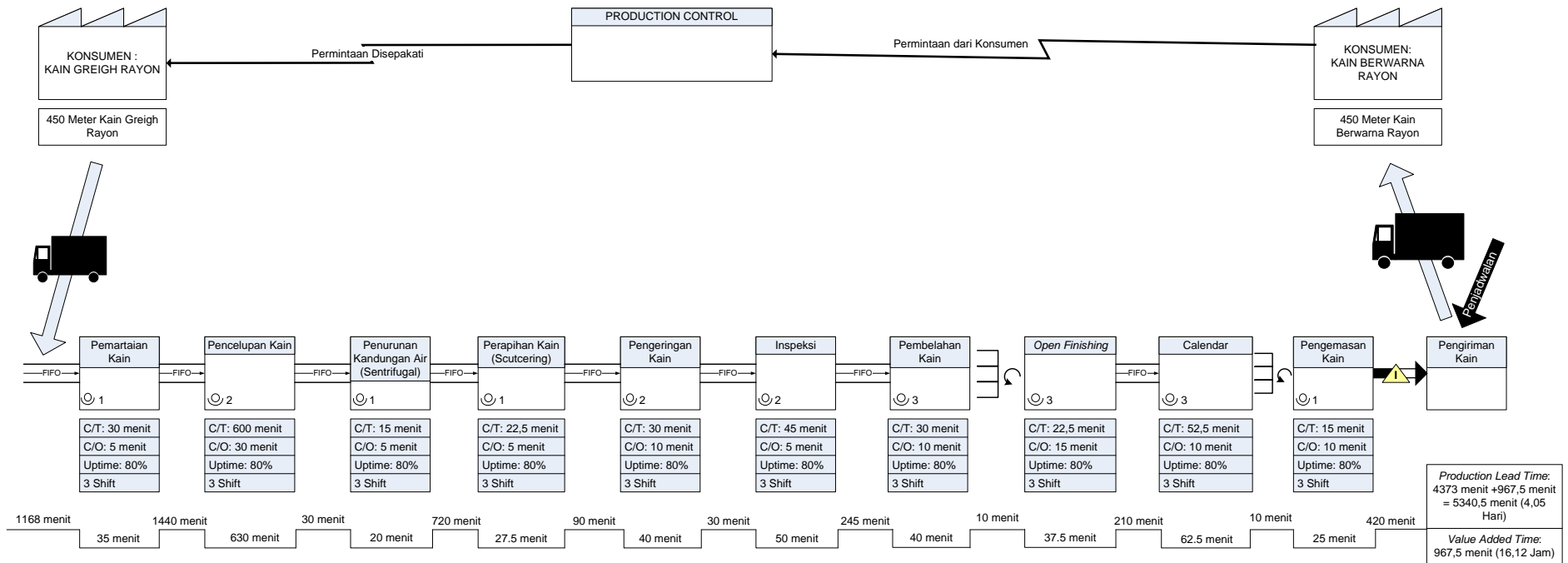
1. Pemetaan kondisi saat ini yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui performansi pada PT. IPU, dimana *production lead time* keadaan saat ini adalah sebesar 13,19 hari sedangkan waktu *value added* adalah sebesar 16,12 jam, dengan *ratio* sebesar 5,6%.
2. Pemborosan utama yang terdapat pada PT. IPU adalah waktu menunggu dan *inventory* pada beberapa stasiun kerja, yaitu waktu menunggu antara kain berada di gudang menuju proses pemartaian kain, waktu menunggu antara proses pembelahan kain menuju proses *openfinishing*, waktu menunggu antara proses perbaikan penampilan fisik kain (*calendar*) menuju proses pengemasan, dan waktu menunggu antara proses pengemasan menuju pengambilan kain oleh konsumen.
3. Usulan perbaikan yang sebaiknya dilakukan oleh PT. IPU adalah dengan mengurangi waktu menunggu dan *inventory*, dengan cara mengurangi waktu *backlog*, menetapkan prosedur operasi baku kapan pekerja melakukan tugasnya, mengusahakan aliran yang kontinu, dan menetapkan batas maksimum kain berwarna yang disimpan.

Pemetaan usulan perbaikan dilakukan ketika telah mengetahui pemborosan utama pada stasiun kerja, lalu performansi usulan perbaikan dapat diketahui, yaitu *production lead time* usulan perbaikan adalah sebesar 4,04 hari dengan waktu *value added* sebesar 16,12 jam, dengan *ratio* 18,12%. Sehingga terdapat peningkatan performansi dari keadaan saat ini dengan usulan perbaikan sistem sebesar 69,3%.

LAMPIRAN A. Value Stream Mapping Keadaan Saat Ini pada PT. Indoputera Utamatex



LAMPIRAN B. Value Stream Mapping Usulan pada PT. Indoputera Utamatex





## ACUAN REFERENSI

- Abdulmaleka, F.A. and Rajgopal, J. (2007), *Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study*, Int. J. Prod. Economics, Vol. 107, pp. 223-36. Diunduh dari <http://search.proquest.com/docview/1283417974/F6501B0DCF0C4F90PQ/13?accountid=31495>
- Departemen Perindustrian. (2009). Pengembangan Kluster Industri Prioritas Industri Penunjang Industri Kreatif dan Industri Kreatif Tertentu. Diunduh dari [http://rocana.kemenperin.go.id/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=5:p-p&id=1:p&Itemid=192](http://rocana.kemenperin.go.id/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=5:p-p&id=1:p&Itemid=192)
- Gaspersz, Vincent. (2012). *All-in-one Production and Inventory Management for Supply Chain Professionals*, Strategi Menuju World Class Manufacturing. Jakarta: PT. Percetakan Penebar Swadaya.
- Hopp, W.J. and Spearman, M.L. (2004), *To pull or not to pull: what is the question?*, *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 6 No. 2, pp. 133-48. Diunduh dari <http://search.proquest.com/docview/734722373/335652ACB7174BD4PQ/14?accountid=31495>
- Locher, Drew A. (2008). *Value Stream Mapping For Lean Development A How- To Guide for Streamlining Time to Market*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Montgomery, Douglas C. (2009). *Statistical Quality Control A Modern Introduction*. Asia: John Wiley & Sons Pte. Ltd.
- Ohno, Taiichi. (1978). *Toyota production system. Beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Rother, M. and Shook, J. (1999), *Learning to See - Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*, Version 1.2, The Lean Enterprise Institute Brookline: Brookline, MA.
- Sarkar, Debashis. (2008). *Lean for Service Organizations and Offices*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Shah, R. and Ward, P.T. (2007), *Defining and developing measures of lean production*, *Journal of Operations Management*, Vol. 25 No. 4, pp. 785-805. Diunduh dari <http://search.proquest.com/docview/1089820934/F6501B0DCF0C4F90PQ/2?accountid=31495>

## **PENERAPAN RISK MANAGEMENT DENGAN MENGGUNAKAN METODE JOB SAFETY ANALYSIS (JSA) PADA LINE JAMU DEPARTEMEN PRODUKSI PT. MUSTIKA RATU Tbk**

Pringgo Widyo Laksono<sup>1</sup>, Aji Bayu Sadewo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup>Pusat Kajian dan Pengembangan Teknologi dan Kolaborasi Industri (PKPTKI LPPM UNS)

Jl. Ir. Sutami No 36A Kentingan Surakarta 57126

Telp. (0271) 632110

E-mail: pringgo@ft.uns.ac.id<sup>1</sup>, jibayu.sadewo@gmail.com<sup>2</sup>

### **ABSTRAKS**

Manajemen risiko (*risk management*) adalah suatu upaya untuk mengelola risiko untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan secara komprehensif, terencana dan terstruktur dalam kesisteman yang baik. *Risk management* terdiri atas *hazard identification*, *risk assessment* dan *risk control*. Dalam industri manufaktur yang biasa melibatkan mesin-mesin yang mengharuskan pekerja tetap di area tersebut dalam waktu lama, terkadang kondisi tersebut bisa menimbulkan *hazard* atau kecelakaan kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis *risk management* pada pekerjaan di dalam departemen produksi di PT. Mustika Ratu Tbk dengan melihat aspek risiko, bahaya, pengendalian risiko dan risiko sisa. Metode pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data primer yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara di lapangan dan data sekunder yang didapat dari data yang sudah tercatat di perusahaan. dari hasil penelitian ditemukan bahwa terdapat 28 macam potensi bahaya pada line jamu meliputi penilaian *risk rating*nya 13 bahaya tergolong dalam kategori low, 9 masuk kategori medium dan 6 masuk kategori high. Perlu adanya pengawasan yang lebih ketat dari bagian K3 untuk implementasi pengendalian di lapangan. Selain itu, perlu dilakukan pembuatan *Job Safety Analysis (JSA)* pada pekerjaan yang memiliki risiko tinggi dan disosialisasikan kepada setiap pekerja.

**Kata kunci:** *risk management, line jamu, risk rating, Job Safety Analysis*

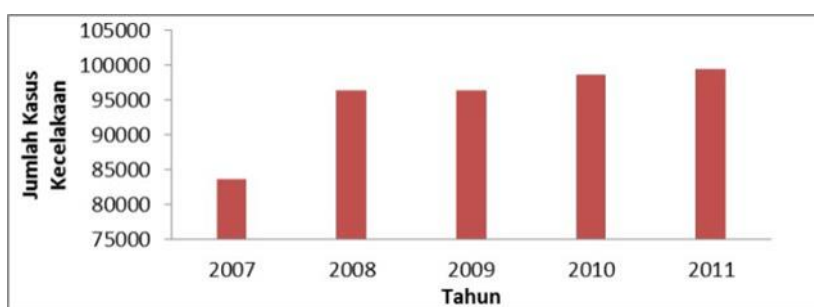
### **PENDAHULUAN**

Jamu adalah obat tradisional berbahan alami warisan budaya yang telah diwariskan secara turun-temurun dari generasi ke generasi untuk kesehatan. Pengertian jamu dalam Permenkes No.003/Menkes/Per/I/2010 adalah bahan atau ramuan bahan yang berupa tumbuhan, bahan hewan, bahan mineral, sediaan sarian (*galenik*), atau campuran dari bahan tersebut yang secara turun temurun telah digunakan untuk pengobatan, dan dapat diterapkan sesuai dengan norma yang berlaku di masyarakat. Di Indonesia sendiri perkembangan industri jamu sudah dimulai sejak tahun 1990. Dimana pada saat itu mulai berdiri pabrik-pabrik jamu seperti Jamu Jago, Nyonya Meneer, Air Mancur, Mustika Ratu, dan Sido Muncul. Dan hingga saat ini keberadaan industri itu terus berkembang. Hal ini tercermin dari permintaan terhadap jamu yang setiap tahun mengalami peningkatan dibanding tahun sebelumnya. Dikutip dari pernyataan Ketua Gabungan Pengusaha Jamu Indonesia, Charles Saerang, bahwa nilai omzet jamu secara nasional meningkat dari tahun 2011 yang mencapai Rp. 111,5 triliun. Menurut data Riset Kesehatan Dasar (*Riskedas*) 2010, lebih dari separuh atau sekitar 55,3 persen penduduk Indonesia mengonsumsi jamu dan 95 persennya menyatakan jamu bermanfaat untuk kesehatan. Dapat disimpulkan setiap tahun perkembangan dari sektor industri jamu akan lebih ramai yang disebabkan permintaan setiap tahun yang semakin tinggi. Hal ini juga akan menyebabkan era industrialisasi di sektor jamu yang akan melibatkan mesin-mesin manufaktur dan juga manusia sebagai pekerjanya.

Pada era industrialisasi yang ditandai dengan adanya proses mekanisasi, elektrifikasi dan modernisasi, serta transformasi globalisasi ini, segala kegiatan perindustrian memang sangat bergantung pada penggunaan teknologi maju. Penggunaan teknologi maju ini di satu sisi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja, namun di sisi lain harus disertai pula dengan pembangunan sumber daya manusia yang mampu melaksanakan dan mengoperasikan mesin-mesin tersebut termasuk pengendalian keselamatan dan kesehatan kerja yang memerlukan perhatian secara seksama (Nur Rachmad, 1999). Karena menurut Tarwaka (2008), proses kerja yang tidak aman serta sistem kerja yang semakin kompleks dan modern dapat menjadi ancaman tersendiri bagi keselamatan dan kesehatan kerja.

Saat ini proses pembangunan di ranah industri, belum diimbangi dengan peningkatan kesadaran hygiene serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3) perusahaan. Sejak tahun 2007, angka kecelakaan kerja di Indonesia terus mengalami peningkatan. Data dari Jamsostek menyebutkan sekitar 9 orang meninggal setiap hari karena kecelakaan kerja. Berdasarkan data yang dihimpun selama 5 tahun terakhir diperoleh informasi bahwa pada tahun 2007 terjadi kecelakaan kerja sebanyak 83.714 kasus, tahun 2008 sebanyak 94.736 kasus, tahun 2009 sebanyak 96.314 kasus, tahun 2010 sebanyak 98.711 kasus, tahun 2011 sebanyak 99.491 kasus, dan di tahun 2012 mencapai 103.000 kasus. Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi A. Muhaimin Iskandar juga menyebutkan bahwa setiap tahunnya ada 99.000 kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia, 70% diantaranya atau sekitar 2.144 kasus mengakibatkan korban meninggal dunia dan 42 kasus lainnya berakibat cacat seumur hidup. Hal senada dinyatakan International Labor Organization (ILO), yang mengungkap bahwa tingkat keparahan kecelakaan kerja di Indonesia memang cukup tinggi, karena dari setiap 100.000 orang pekerja yang mengalami kecelakaan, 20 orang diantaranya kondisinya sangat fatal. Belum lagi besar kerugian yang harus diderita oleh Indonesia tiap tahunnya akibat tingginya angka kecelakaan kerja tersebut, yakni mencapai 4% dari Gross National Product (GNP) Indonesia, atau kurang lebih sekitar 280 triliun rupiah.

Berikut ini merupakan data kecelakaan kerja yang didapat dari Depnakertrans tahun 2011.



Gambar 1. Data kecelakaan kerja Depnakertrans tahun 2011

Dilihat dari data tersebut bahwa jumlah kecelakaan kerja setiap tahunnya terus meningkat. Kecelakaan kerja bisa berasal dari sektor manufaktur, jasa dan pelayanan bisnis, transportasi, perdagangan dan konstruksi.

PT. Mustika Ratu Tbk sebagai perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan produk jamu dan kosmetik tentu memiliki pabrik yang di dalamnya terdapat kegiatan yang melibatkan manusia dan mesin. Karena merupakan perusahaan kosmetik sehingga setiap hari karyawan juga kegiatannya tak lepas dari bahan-bahan kimia. Pada setiap proses yang dilakukan terkandung risiko kecelakaan kerja yang tinggi, baik dilihat dari proses maupun kondisi lingkungan kerja.

Sehingga dapat disimpulkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor dan potensi bahaya yang ada di line jamu departemen produksi PT. Mustika Ratu Tbk menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA) dan melakukan penilaian dan memberikan usulan mengenai upaya pengendalian risiko bahaya K3 dari hasil identifikasi faktor dan potensi bahaya menggunakan metode JSA di line jamu departemen produksi PT. Mustika Ratu Tbk.

## TINJAUAN PUSTAKA

Dalam suatu industri sangat tidak menginginkan terjadinya kecelakaan kerja di lingkungan kerja, karena dapat merusak reputasi perusahaannya. Pengertian dari kecelakaan kerja adalah suatu peristiwa atau kejadian yang tidak diinginkan, yang mengakibatkan cedera pada manusia, kerusakan pada harta benda atau kerusakan pada proses produksi (Frank. E. Bird, 2007).

Pada dasarnya kecelakaan kerja tersebut disebabkan oleh dua hal yakni tindakan manusia yang tidak aman (*unsafe act*) dan keadaan lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*). Berdasarkan hasil-hasil penelitian juga disebutkan bahwa 80-85% kecelakaan disebabkan oleh kesalahan manusia. Sehingga muncul pendapat bahwa secara langsung atau tidak langsung semua kecelakaan kerja dikarenakan faktor manusia. Kurang kendali dari sistem manajemen merupakan sebab utama terjadi kecelakaan (Frank.E. Bird dan Jr. George L Jerman, 2007). Sehingga untuk menanggulangi hal tersebut perlu diterapkan sistem manajemen K3.

Kesehatan kerja adalah spesialisasi dalam ilmu kesehatan/kedokteran beserta praktiknya yang bertujuan agar para pekerja/masyarakat pekerja memperoleh derajat kesehatan setinggi-tingginya, baik fisik atau mental, maupun sosial, dengan usaha-usaha preventif dan kuratif, terhadap penyakit-penyakit

atau gangguan-gangguan kesehatan yang akibat faktor-faktor pekerjaan dan lingkungan kerja, serta terhadap penyakit-penyakit umum (Suma'mur, 1996).

Menurut OHSAS 18001:2007, manajemen K3 adalah upaya terpadu untuk mengelola risiko yang ada dalam aktivitas perusahaan yang dapat mengakibatkan cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan terhadap bisnis perusahaan. Karena itu salah satu klausul dalam siklus manajemen K3 adalah mengenai manajemen risiko.

Manajemen risiko (*risk management*) adalah suatu upaya untuk mengelola risiko untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan secara komprehensif, terencana, dan terstruktur dalam suatu sistem yang baik. Manajemen risiko terbagi atas 3 bagian yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*) dan pengendalian risiko (*risk control*).

Identifikasi bahaya merupakan upaya sistematis untuk mengetahui adanya bahaya dalam aktivitas organisasi. Sementara definisi dari bahaya atau *hazard* adalah sumber atau suatu keadaan yang memungkinkan atau berpotensi terhadap terjadinya kecelakaan berupa cedera, penyakit, kematian, kerusakan ataupun kemampuan melaksanakan fungsi operasional yang telah ditetapkan (Tarwaka, 2008). Sumber-sumber bahaya bisa berasal dari manusia, bangunan, peralatan dan instalasi, proses, bahan, cara kerja dan lingkungan kerja.

Penilaian risiko adalah upaya untuk menghitung besarnya risiko dan menetapkan apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak. Penilaian dilakukan mencakup dua tahapan yaitu analisis risiko dan evaluasi risiko. Sedangkan pengendalian risiko mempunyai definisi suatu tindakan untuk menyelamatkan perusahaan dari kerugian. Menurut ILO dalam dasar-dasar K3 (2007), langkah-langkah penganggulangan kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, antara lain peraturan perundang-undangan, standarisasi, inspeksi, riset, pendidikan dan pelatihan, persuasi, asuransi dan penerapan K3 di lingkungan kerja. Pendekatan yang paling sering dipakai dan yang dianjurkan dalam perundangan dalam pengendalian kecelakaan adalah dengan menggunakan hirarki pengendalian yang akan dijelaskan dalam tabel berikut :

**Tabel 1. Pengendalian bahaya**

TEKNIK	URAIAN
<b>Eliminasi</b>	Hilangkan benda, daerah atau proses yang berbahaya tersebut.
<b>Substitusi</b>	Ganti benda, daerah atau proses yang berbahaya tersebut dengan sesuatu yang kurang berbahaya.
<b>Reduce</b>	Mengurangi pemakaian barang/alat/cara kerja yang dapat menimbulkan bahaya.
<b>Engineering</b>	Melakukan rekayasa ulang desain peralatan.
<b>Prosedur</b>	Menanggulangi bahaya dengan membuat SOP (Standart Operasional Procedure), IK (Instruksi Kerja) dan Aturan Khusus (Special Rule)
<b>Skill Training</b>	Memberikan pendidikan dan pelatihan kepada para pekerja.
<b>Industry Hygiene</b>	Menerapkan standar industri yang higienis seperti konsumsi kalori yang cukup, untuk pekerjaan tertentu serta ketentuan lain.
<b>Administratif</b>	Melalui kegiatan administratif, dengan meroling waktu kerja, memasang tanda larangan dan himbauan.
<b>Regulation</b>	Mempertimbangkan persyaratan hukum dan pemerintah dan target usaha.
<b>Penggunaan APD</b>	Harus diingat bahwa cara ini merupakan cara terakhir yang dilakukan bila cara-cara diatas tidak dapat dilakukan.

Untuk melakukan *risk management*, *Job Safety Analysis* bermanfaat untuk mengidentifikasi dan menganalisis bahaya dalam suatu pekerjaan. Hal ini sejalan dengan pendekatan sebab kecelakaan bermula dari adanya kondisi atau tindakan tidak aman saat melakukan aktivitas. Karena itu dengan melakukan identifikasi bahaya pada setiap pekerjaan dapat dilakukan langkah pencegahan yang tepat dan efektif (Ramli, 2009).

Menurut NOSA (1999), *Job Safety Analysis* merupakan salah satu usaha dalam menganalisis tugas dan prosedur yang ada di suatu industri. JSA didefinisikan sebagai metode mempelajari suatu pekerjaan untuk mengidentifikasi bahaya dan potensi insiden yang berhubungan dengan setiap langkah, mengembangkan solusi yang dapat menghilangkan dan mengontrol bahaya serta insiden.

Tujuan pelaksanaan program JSA dalam jangka panjang adalah diharapkan tenaga kerja ikut berperan aktif dalam pelaksanaan JSA, sehingga dapat menciptakan kondisi lingkungan kerja yang aman dan meminimalisasi kondisi tidak aman dan perilaku tidak aman. Pelaksanaan *Job Safety Analysis* mempunyai manfaat dan keuntungan sebagai berikut :

1. Dapat digunakan untuk memberikan pelatihan atau *training* mengenai prosedur kerja dengan lebih aman dan efisien.
2. Memberikan *training* kepada tenaga kerja/karyawan baru.
3. Memberikan *pre-job instruction* pada pekerja yang tidak tetap.
4. Melakukan review pada job prosedur setelah terjadi kecelakaan.
5. Melakukan studi terhadap pekerja untuk memungkinkan dilakukan *improvement* metode kerja.
6. Identifikasi pengaman apa saja yang perlu dipakai saat bekerja.
7. Meningkatkan produktivitas kerja dan tingkah laku positif mengenai *safety*.

## METODELOGI

Pelitan ini merupakan penelitian yang bersifat *observational*, karena pengamatan dan pengolahan data dilakukan kurang lebih 4 minggu. Jika dilihat dari segi analisis maka penelitian ini bersifat deskriptif, dengan objek penelitian adalah karyawan di bagian line jamu departemen produksi PT. Mustika Ratu Tbk. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian :

### A. Tahap Persiapan Awal

Ini merupakan tahap awal yang dilakukan di perusahaan tempat dilakukan penelitian. Terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan :

1. Mempelajari profil, visi dan misi perusahaan dan juga struktur perusahaan.
2. Mempelajari kepustakaan yang berhubungan dengan sistem manajemen K3 di PT. Mustika Ratu Tbk.
3. Mempelajari materi implementasi *Job Safety Analysis* yang dilakukan di di PT. Mustika Ratu Tbk.

### B. Tahap Pelaksanaan

Tahapan dimana pengumpulan data mulai dilakukan melalui observasi, wawancara dan pengambilan data yang sudah ada di perusahaan.

1. Mengikuti orientasi kegiatan yang ada di departemen produksi.
2. Melakukan observasi ke line jamu departemen produksi.
3. Melakukan wawancara dengan operator mesin dan pekerja untuk memperoleh data pelengkap.

### C. Tahap Pengolahan Data

Tahapan dimana data yang didapat selama observasi mulai diolah dan didiskusikan dengan pihak OHS perusahaan. Dan jika perlu dilakukan data pelengkap, observasi dan wawancara bisa dilakukan lagi.

Selanjutnya dalam menerapkan metode *Job Safety Analysis* untuk melaksanakan *risk management* di suatu perusahaan, terdapat empat langkah dasar yang harus dilakukan yaitu menentukan pekerja yang akan dianalisis, menguraikan pekerjaan menjadi langkah-langkah dasar, mengidentifikasi bahaya pada masing-masing pekerjaan dan mengendalikan bahaya.

Langkah pertama yang dilakukan dalam pembuatan JSA adalah menentukan pekerjaan yang akan dianalisis. Langkah ini sangat menentukan keberhasilan program ini. Identifikasi dilakukan dengan menentukan apakah pekerjaan tersebut kritis atau tidak. Dalam menentukan pekerjaan/tugas kritis atau tidak didasarkan pada frekuensi kecelakaan, kecelakaan yang mengakibatkan luka, pekerjaan dengan potensi kerugian yang tinggi dan pekerjaan baru.

Hal dilakukan setelah menentukan pekerjaan yang akan dianalisis adalah menguraikan pekerjaan menjadi langkah-langkah dasar. Dari setiap pekerjaan dapat dibagi menjadi beberapa tahapan atau bagian yang beruntun. Untuk mengetahui tahapan pekerjaan diperlukan observasi ke lapangan/tempat kerja untuk mengamati secara langsung tentang bagaimana pekerjaan tersebut dilakukan.

Setelah setiap pekerjaan diuraikan menjadi langkah-langkah dasar segera dilakukan identifikasi bahaya pada masing-masing pekerjaan. Bahaya tersebut bisa diartikan sebagai suatu benda, bahan atau kondisi yang bisa menyebabkan cedera, kerusakan dan atau kerugian. Dalam mengidentifikasi potensi bahaya yang muncul dalam setiap pekerjaan bisa digunakan tabel *hazard checklist* di bawah ini :

Tabel 1. Tabel *Hazard Checklist*

Hazard Name	Hazard Code	Hazard Name	Hazard Code
<b>A Equipment/mechanical</b> <i>Entanglement</i> <i>Friction/Abration</i> <i>Cutting</i> <i>Shearing</i> <i>Stabbing/Puncturing</i> <i>Impact</i> <i>Crushing</i> <i>Drawing-in</i> <i>Air or high pressure fluid ejection</i> <i>Ejection of parts</i> <i>Pressure/Vacuum</i> <i>Display screen Equipment</i> <i>Hand tools</i>		<b>G Fire and Explosion</b> <i>Flammable materials/gases/liquids</i> <i>Explosion</i> <i>Means of escape/Alarm/Detection</i>	
		<b>H Particles and Dust</b> <i>Inhalation</i> <i>Ingestion</i> <i>Abration of skin or eye</i>	
		<b>I Radiation</b> <i>Ionising</i> <i>Non-ionising</i>	
		<b>J Biological</b> <i>Bacterial</i> <i>Viral</i> <i>Fungal</i>	
<b>B Transport</b> <i>Workvehicles</i> <i>Mechanical Handling</i> <i>People/Vehicle interface</i>		<b>K Environment</b> <i>Noise</i> <i>Vibration</i> <i>Light</i> <i>Humidity</i> <i>Ventilation</i> <i>Temperature</i> <i>Overcrowding</i>	
<b>C Access</b> <i>Slips, trips, and falls</i> <i>Falling or moving objects</i> <i>Obstruction or projection</i> <i>Working at high</i> <i>Confined spaces</i> <i>Excavation</i>		<b>L The Individual</b> <i>Individual not suited to work</i> <i>Long hours</i> <i>High work rate</i> <i>Violence to staff</i> <i>Unsafe behaviour of individual</i> <i>Stress</i> <i>Pregnant</i> <i>Young people</i>	
<b>D Handling/Lifting</b> <i>Manual Handling</i> <i>Mechanical Handling</i>			
<b>E Electricity</b> <i>Fixed installation</i> <i>Portable tools and equipment</i>			
<b>F Chemicals</b> <i>Dust/Fume/Gas</i> <i>Toxic</i> <i>Irritant</i> <i>Sensitizing</i> <i>Corrosive</i> <i>Carcinogenic</i> <i>Nuisance</i>		<b>M Other factors to consider</b> <i>Poor maintenance</i> <i>Lack of supervision</i> <i>Lack of training</i> <i>Lack of information</i> <i>Inadequate instruction</i> <i>Unsafe systems</i>	

Bahaya yang ditemukan dikelompokkan berdasarkan setiap langkah kerjanya. Akibat dan penyebab dari bahaya yang muncul juga dapat ditulis sebagai bahan pertimbangan pemberian nilai *risk rating*. Pemberian nilai *risk rating* didasarkan pada tabel *consequence* dan tabel *likelihood*. Tabel *consequence* memberikan penilaian berdasarkan seberapa parah kerusakan dari bahaya yang ditimbulkan. Kerusakan dinilai dari rusaknya peralatan perusahaan atau dari cedera yang diterima oleh pekerja. Semakin parah kerusakan yang ditimbulkan maka semakin besar juga nilainya. Sementara tabel *likelihood* untuk menilai seberapa sering kejadian yang diakibatkan bahaya yang muncul itu terjadi. Semakin sering terjadi maka nilai juga semakin besar.

Tabel 1. Tabel Consequence dan Likelihood beserta keterangannya

RATING GUIDELINES	
LIKELIHOOD	CONSEQUENCE
RARE	IMPORTANT
UNLIKELY	MINOR
MODERATE LIKELY	MODERATE
LAKELY	MAJOR
VERY LIKELY	EXTREME

CONSEQUENCES: How severely could someone be affected?	LIKELIHOOD: How likely could it happen – given ?
<b>Insignificant</b> – No injuries or damage	<b>Very likely</b> – Expected to occur in most circumstances
<b>Minor</b> - First aid only, minimal property damage	<b>Likely</b> – Will probably occur in most circumstances
<b>Moderate</b> – Medical treatment – some property damage	<b>Moderately likely</b> – Might occur at some time
<b>Major</b> - Serious & extensive injuries, loss of operational capability	<b>Unlikely</b> - Could happen at some time
<b>Extreme</b> - Death or permanent disability, major cessation of operation	<b>Rare</b> – May occur only in exceptional circumstances.

Kedua tabel diatas digunakan untuk melakukan penilaian terhadap besarnya nilai *risk rating* dari bahaya yang muncul dari suatu langkah kerja. Penilaian dilakukan dengan menggabungkan kedua tabel diatas menjadi risk matriks. Tabel risk matriks merupakan perpaduan antara tabel consequence (mendatar) dan tabel *likelihood* (menurun). Nilai *risk rating* terbagi atas 4 macam kategori yakni *low* (L), *medium* (M), *high* (H) dan *extreme* (E). Semakin besar nilai *consequence* dan *likelihood* yang didapat juga semakin besar nilai *risk rating* yang didapat dalam risk matriks. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel berikut :

Tabel 1. Tabel Risk Matiks beserta keterangannya

LIKELIHOOD	CONSEQUENCES				
	Important	Minor	Moderate	Major	Extreme
Very Likely	H	H	E	E	E
Likely	M	H	H	E	E
Moderately Likely	L	M	H	E	E
Unlikely	L	L	M	H	E
Rare	L	L	M	H	H

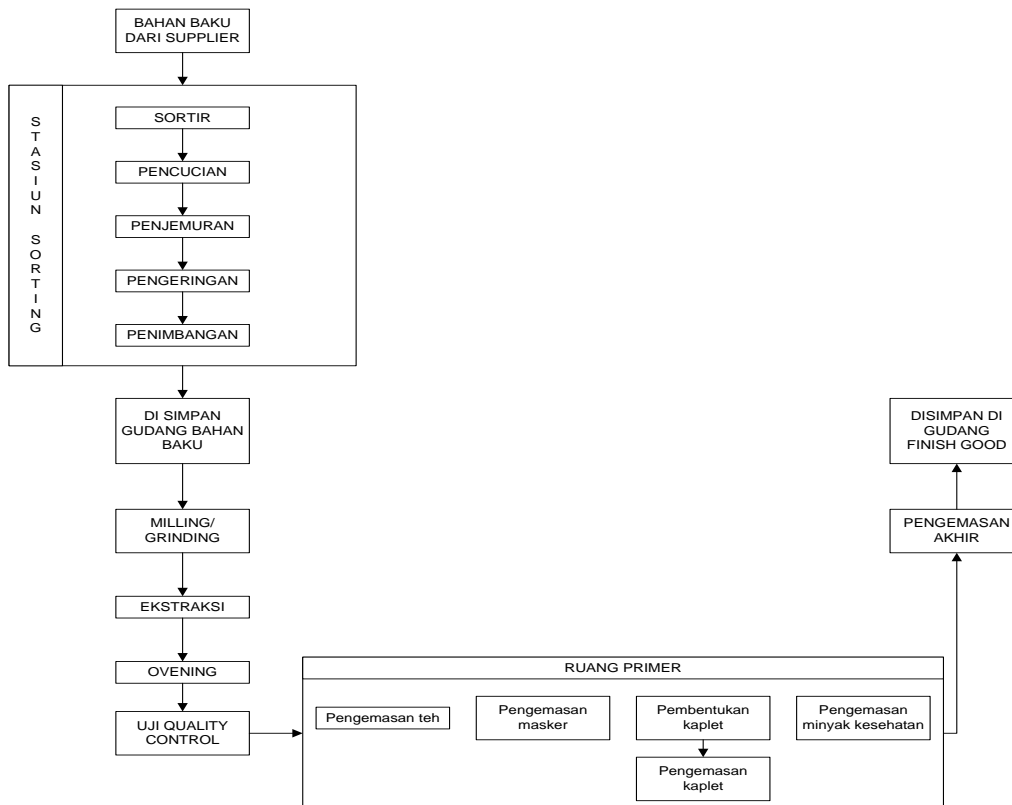
Risk Score	Action/ Risk Priority level
E	Reconsider – stop job and take immediate action about the risks immediately
H	High level management decision required.
M	Follow management instructions or established procedures.
L	Risk OK for now, record and review if any risk factors change- <i>equipment, people, materials, work process, procedures or other external factors.</i>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. Mustika Ratu bergerak dalam bidang industri manufaktur kosmetik dan jamu kesehatan. Sehingga dalam departemen produksinya dibagi menjadi tiga *line* yakni *line* kosmetik padat, kosmetik cair dan *line* jamu. Dari ketiga *line* tersebut *line* jamu merupakan *line* dengan proses produksi terpanjang dan menempuh waktu yang lama pula. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk setiap stasiun juga tidak sedikit. Sehingga penulis memilih melakukan observasi di *line* jamu untuk menganalisis potensi bahaya yang ada di *line* jamu ini.

Dalam proses pembuatan jamu, melewati beberapa proses mulai dari proses sorting bahan baku sampai proses ekstraksi dan pengemasan. Awalnya bahan baku yang dibeli dari supplier melewati stasiun sorting untuk mengalami tahapan yang pertama. Di dalam stasiun sorting terdapat 5 proses yang akan dilalui oleh bahan baku jamu (*simplisia*). Tahapan yang pertama yang dilakukan adalah sortir. Proses sortir merupakan proses pemilihan bahan baku yang baik dari sampah atau kotoran tanah yang

kadang tercampur di dalam kantong simplisia. Proses ini hanya dilakukan untuk bahan baku simplisia kering. Selanjutnya memasuki proses pencucian yang dilakukan dengan memasukan simplisia bersih yang telah terpisah dengan kotoran sampah ke dalam suatu mesin pencuci. Untuk setiap proses pencucian mesin dapat menampung  $\pm 6$  kg simplisia dan memakan waktu 5-6 menit. Di ruang ini terdapat 2 pekerja yang menangani proses pencucian.



Gambar 3. Flowchart proses produksi line jamu

Setelah itu simplisia yang telah dicuci ditata di atas rak untuk di jemur di ruang kaca tertutup agar air yang terdapat dalam simplisia tersebut dapat menguap. Memasuki proses pengeringan yang dilakukan menggunakan oven raksasa. Proses ini dilakukan dengan memasukan simplisia ke dalam oven pemanas sehingga simplisia yang telah dijemur tadi bisa lebih kering dan berkurang bobot airnya. Setiap kali proses pemanggangan berlangsung kira-kira 2-3 jam. Tergantung dari jenis simplisia yang dikeringkan. Proses terakhir adalah menimbang simplisia yang telah benar-benar kering dan selanjutnya disimpan dalam gudang bahan baku.

Proses yang dilalui selanjutnya adalah proses *milling/grinding*. Namun bahan baku yang dimilling dengan mesin merupakan bahan baku yang telah dicampur sesuai resep perusahaan. Di dalam ruang *milling/grinding* terdapat beberapa mesin pencacah dengan fungsi yang berbeda-beda pula. Proses di dalam ruangan ini hanya memakan waktu kurang dari 1 jam. Hasil dari proses ini akan dibawa ke ruang ekstraksi untuk dilakukan proses masturasi dan evaporasi. Untuk produk teh akan dilakukan proses penambahan bubuk teh dengan mesin blender setelah melewati proses evaporasi.

Selanjutnya memasukin proses ovening atau pengeringan tingkat akhir. Disini produk keluaran dari ruang ekstraksi akan dilakukan proses pengeringan dengan mesin oven yang berbeda dengan mesin oven yang ada di ruang pengeringan. Tujuan dari proses pengeringan akhir ini adalah untuk mendapatkan detilush kadar air hanya sebesar 2-3% dari produk hasil ekstraksi.

Di ruang primer produk hasil ekstaksi yang telah dikeringkan tadi melalui berbagai macam proses tergantung produk yang ingin dibuat. Seperti proses pengemasan serbuk teh ke dalam kantong teh, proses pengemasan masker ke dalam wadah plastik, proses pengemasan minyak kesehatan ke dalam wadah botol, proses pembentukan produk kaplet dan proses pengemasan produk kaplet. Namun semua produk yang dikemas tersebut telah melalui proses uji laboratorium dan lolos uji *quality control*.

Proses terakhir yang dilakukan adalah proses pengemasan kedalam wadah kardus. Ruang pengemasan akhir berada di lantai 2 karena membutuhkan area yang cukup luas, sehingga tidak bisa



dicampur ruang primer. Proses pengemasan tingkat akhir dilakukan dengan bantuan mesin dan tenaga manusia. Produk yang telah dikardus selanjutnya dibawa keluar untuk dibawa ke gudang barang jadi yang berada di belakang gedung perkantoran.

**PENERAPAN METODE *JOB SAFETY ANALYSIS***

*Metode Job Safety Analysis*

1. Menentukan jenis pekerjaan yang akan dianalisis

Pada tahap ini akan dicari dan dipilih jenis pekerjaan yang akan dilakukan untuk *Job Safety Analysis*. Dan di dalam memilih pekerjaan yang akan dilakukan untuk menganalisis keselamatan bisa mengacu pada hal-hal seperti frekuensi kecelakaan, tingkat kecelakaan yang berakibat kecacatan, potensi keparahan, pekerjaan baru dan kejadian hampir celaka.

Di PT. Mustika Ratu pekerjaan yang ada di departemen produksi dibedakan menjadi 3 *line* yakni *line* kosmetik padat, *line* kosmetik cair dan *line* jamu. Berdasarkan data yang didapat dari ketiga *line* tersebut selama setahun terakhir jarang terjadi kecelakaan kerja. Namun dari ketiga *line* tersebut proses paling lama dan paling membutuhkan tenaga kerja yang banyak ada di *line* jamu. Sehingga penelitian dan observasi lebih lanjut akan dilakukan di *line* jamu.

2. Menguraikan pekerjaan menjadi langkah-langkah dasar

Hal yang dilakukan selanjutnya adalah mengidentifikasi langkah-langkah pekerjaan yang ada di *line* jamu. Di *line* jamu sendiri terdapat 6 stasiun kerja, terkecuali untuk stasiun *quality control* yang digunakan untuk mengecek kualitas dari produk yang dibuat sebelum dikemas.

Dalam membagi pekerjaan jangan terlalu detail atau terlalu umum. Pekerjaan yang dibagi menjadi langkah-langkah utama tidak boleh dilewatkan dan tahapan ini dibuat sedemikian rupa agar mudah diingat dan dipahami oleh tenaga kerja sendiri. Setelah dilakukan pengamatan ke setiap stasiun, terdapat kurang lebih 34 langkah pekerjaan yang dilakukan dari stasiun sortir hingga stasiun pengemasan.

3. Mengidentifikasi potensi bahaya pada masing-masing pekerjaan

Proses pembuatan JSA selanjutnya adalah proses identifikasi terhadap potensi-potensi bahaya untuk menentukan keterpaparan dari kerugian yang ada di setiap aktivitas pekerjaan. Dalam pengisian identifikasi potensi bahaya ada beberapa faktor yang diperhatikan antara lain faktor manusia, faktor peralatan, faktor material dan faktor lingkungan.

Proses pembuatan JSA pada *line* jamu yang saya kerjakan mengacu pada keempat faktor tersebut. Potensi bahaya yang muncul dari setiap langkah kerja dapat diambil dari tabel checklist *hazard*. Ditemukan sekitar 28 bahaya dari setiap langkah kerja yang sudah diidentifikasi. Berikut merupakan tabel JSA yang ada di *line* jamu :

**Tabel 2. Tabel identifikasi potensi *hazard* pada setiap langkah kerja**

Unit Kerja	Area Kerja	Langkah Kerja	Potensi Hazard
Stasiun Sortir - Oven	Ruang Sortir Simplisia Kotor	a. Menyortir simplisia yang masih kotor dari kantor	Dust/Fume/Gas, Inhalation
		b. Memasukkan simplisia yang masih bersih ke dalam karung	Dust/Fume/Gas, Inhalation
	Ruang Pencucian Simplisia Kotor	a. Memasukkan simplisia ke dalam mesin pencuci	Manual Handling Slips, trips, and falls
		b. Memutar tumpukan mesin	Manual Handling
		c. Mengeluarkan simplisia dari dalam mesin	Entanglement
		d. Mendorong ember berisi simplisia bersih	Confined spaces
	Ruang Kaca Tertutup	a. Manata rak simplisia	Inhalation Temperature
	Ruang Pengerangan	a. Menata rak ke dalam lori dan memasukkan ke dalam oven	Hand tools
		b. Mengeluarkan lori dari dalam oven	Temperature
	Stasiun Milling/Grinding	Ruang Milling-Grinding	a. Melakukan penghalusan bahan baku jamu menggunakan mesin milling
Stasiun Ekstraksi	Ruang Ekstraksi	a. Memasukkan bahan yang sudah dimilling kedalam tangki masturasi	Dust/Fume/Gas Noise
		b. Memasukkan hasil dari tangki masturasi ke dalam tangki evaporasi	Dust/Fume/Gas Noise
		c. Penambahan bubuk teh dan melakukan proses blender	Dust/Fume/Gas, Inhalation Noise
			Dust/Fume/Gas
Ruang Primer	Ruang Pengisian Serbuk Tea	a. Melakukan pengisian serbuk the menggunakan mesin	Dust/Fume/Gas Lack of training
	Ruang Pengisian Masker	a. Melakukan pengisi masker secara manual ke dalam wadah	Dust/Fume/Gas, Inhalation Irritant
	Ruang Pembentukan Kaplet	a. Melakukan pembentukan kaplet menggunakan mesin	Dust/Fume/Gas, Inhalation Noise
Stasiun Packing	Ruang Pengisian Bahan Spa	a. Mencampur bahan-bahan spa	Dust/Fume/Gas
		b. Memasukkan ke dalam wadah botol	Dust/Fume/Gas
Area Luar Pabrik	Jalur Akses Keluar	a. Kegiatan lalu-lalang	Faling or moving objects

#### 4. Memberikan penilaian risiko

Dalam memberikan penilaian risiko dapat mengacu pada tingkat keparahan dan kemungkinan. Keduanya berbanding lurus dengan nilai *risk rating* artinya semakin tinggi nilai keparahan dan kemungkinan, maka nilai *risk rating*nya pun semakin tinggi. Pada tabel JSA di atas telah ditemukan sekitar 28 potensi bahaya yang dapat muncul dari semua langkah kerja. Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap potensi bahaya yang muncul itu dengan matriks risiko. Hasil yang didapatkan bisa berupa kategori *low* (L), *medium* (M), *high* (H) dan *extreme* (E). Setelah dilakukan penilaian risiko terdapat 13 potensi bahaya yang tergolong kategori *low*, 9 potensi bahaya yang tergolong kategori *medium*, dan 6 potensi bahaya yang tergolong kategori *high*.

Tabel 4. Tabel scoring

Langkah Kerja	Deskripsi Potensi Bahaya/Cedera yang dialami	Baseline/Inherent Risk		RISK RATING
		Likelihood	Consequence	
a. Menyortir simplisia yang masih kotor dari kantor	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu yang berasal dari kotoran simplisia.	( M )	( IM )	L
b. Memasukkan simplisia yang masih bersih ke dalam karung	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu yang berasal dari kotoran simplisia.	( M )	( IM )	L
a. Memasukkan simplisia ke dalam mesin pencuci	Tangan terkilir akibat mengangkat beban karung terlalu berat.	( M )	( MN )	M
	Terpeleset karena kondisi lantai yang licin.	( L )	( MN )	H
b. Memutar tumpuan mesin	Tangan terkilir akibat memutar tumpuan dengan beban yang terlalu berat.	( M )	( MN )	M
c. Mengeluarkan simplisia dari dalam mesin	Tangan terluka akibat terkena kaw at dari penutup mesin.	( U )	( MN )	L
d. Mendorong ember berisi simplisia bersih	Terbentur dinding sekat saat mendorong ember yang berisi simplisia.	( M )	( MN )	M
a. Manata rak simplisia	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu yang ada di sekitar ruangan.	( M )	( IM )	L
	Kelelahan dan kepala merasa pusing karena temperatur tinggi dari sinar matahari yang ada di ruangan.	( M )	( MN )	M
a. Menata rak ke dalam lori dan memasukkan ke dalam oven	Tangan terluka akibat terkena kaw at dari rak yang sudah rusak.	( V )	( MN )	H
b. Mengeluarkan lori dari dalam oven	Tangan terkena luka bakar akibat besi panas dari lori dan rak.	( L )	( MN )	H
a. Melakukan penghalusan bahan baku jamu menggunakan mesin milling	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu yang berasal dari simplisia yang	( M )	( IM )	L
	Sakit telinga atau cedera pada pendengaran akibat suara mesin yang bising.	( U )	( MO )	M
a. Memasukkan bahan yang sudah dimilling kedalam tangki masturasi	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu yang berasal dari simplisia yang akan	( M )	( IM )	L
	Sakit telinga atau cedera pada pendengaran akibat suara bising dari mesin dan kipas ventilasi.	( U )	( MO )	M
b. Memasukkan hasil dari tangki masturasi ke dalam tangki evaporasi	Mual dan kepala pusing akibat dari bau tidak sedap dari hasil ekstrak simplisia.	( U )	( MN )	L
	Sakit telinga atau cedera pada pendengaran akibat suara bising dari mesin dan kipas ventilasi.	( R )	( MO )	M
c. Penambahan bubuk teh dan melakukan proses blender	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu dari serbuk teh yang akan dicampur.	( U )	( IM )	L
	Sakit telinga atau cedera pada pendengaran akibat suara bising dari mesin dan kipas ventilasi.	( R )	( MO )	M

a. Melakukan pengisian serbuk teh menggunakan mesin	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan yang diakibatkan debu dari serbuk teh yang akan dikemas.	( M )	( IM )	L
	Kecelakaan diakibatkan penggunaan mesin.	( U )	( MN )	L
a. Melakukan pengisi masker secara manual ke dalam wadah	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan akibat debu dari masker yang akan dikemas.	( L )	( MN )	H
	Pedih atau iritasi mata akibat debu dari masker.	( L )	( MN )	H
a. Melakukan pembentukan kaplet menggunakan mesin	Batuk-batuk dan gangguan pernapasan akibat serbuk obat yang akan dibuat kaplet.	( U )	( MN )	L
	Sakit telinga atau cedera pada pendengaran akibat suara bising dari mesin.	( U )	( MO )	M
a. Mencampur bahan-bahan spa	Mual dan pusing kepala akibat gas dari bahan campuran spa.	( U )	( MN )	L
b. Memasukkan ke dalam wadah botol	Mual dan pusing kepala akibat gas dari bahan campuran spa.	( U )	( MN )	L
a. Berjalan	Tertimpa tumpukan kardus yang ada di sekitar jalur akses.	( M )	( MO )	H

#### 5. Melakukan pengendalian bahaya

Pengendalian secara eliminasi yang bisa dilakukan di PT. Mustika Ratu Tbk adalah dengan memindahkan tumpukan kardus yang ada di akses jalur masuk pabrik. Karena dikhawatirkan tumpukan tersebut bisa menimpa pekerja yang sedang lewat dan tempat tersebut merupakan jalur akses pabrik dan bukan merupakan tempat meletakkan produk jadi. Namun hal ini belum bisa dilakukan karena belum ditemukan area yang cocok untuk menempatkan tumpukan kardus tersebut.

Pengendalian secara substitusi dilakukan pada langkah kerja memasukkan rak ke dalam lori. Dalam hal ini, rak yang merupakan alat kerja perlu diganti yang baru karena kondisi rak sudah terlalu rusak. Ini akan menjadi potensi bahaya mencelakai tangan pekerja yang menggunakannya. Penggantian rak bersifat periodik, artinya rak-rak yang rusak akan dikumpulkan dulu baru pada periode tertentu akan diganti semua. Sehingga masih ada beberapa rak rusak yang terpaksa dipakai karena belum ada rak baru.

Pengendalian yang bersifat reduce terdapat pada langkah kerja yang ada di ruang pencucian simplisia. Disini pengendalian dapat dilakukan dengan mengurangi beban karung yang akan dimasukkan ke dalam mesin pencuci. Namun hal ini terkadang tidak terlalu diindahkan oleh pekerja. Pekerja lebih senang mengangkat karung simplisia yang berat sehingga pekerjaan yang mereka lakukan lebih cepat selesai.

Pengendalian *engineering* dapat dilakukan dengan memperbaiki penutup mesin pencuci, namun juga belum bisa dilaksanakan. Pembuatan SOP tentang cara penggunaan konveyor merupakan salah satu pedoman yang bersifat prosedural.

Sementara potensi bahaya yang tidak bisa dikendalikan dengan beberapa cara di atas, bisa digunakan penggunaan alat pelindung diri pada saat melakukan langkah kerja. Setiap pekerja biasanya sudah diberikan alat pelindung diri pada masing-masing pekerja yang dilakukan antara lain pakaian kerja (jas laboratorium), masker, tudung kepala, sarung tangan, penutup telinga dan *safety shoes*.

Namun berdasarkan pengamatan, terlihat bahwa pekerja juga seringkali mengindahkan aturan tentang pemakaian alat pelindung diri ini. Sehingga dikhawatirkan potensi bahaya yang telah teridentifikasi bisa menjadi kecelakaan kerja pada stasiun terkait.

Setelah dilakukan pengendalian risiko meliputi eliminasi, substitusi hingga penggunaan alat pelindung diri, jumlah potensi bahaya yang di nilai dengan *risk rating* menjadi berkurang. Untuk potensi bahaya dengan nilai *risk rating high* menjadi 0, *medium* menjadi 6 bahaya dan *low* menjadi 22 bahaya.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa potensi bahaya yang terdapat pada line jamu departemen produksi di PT. Mustika Ratu Tbk sebanyak 28 buah meliputi *dust/fume/gas, inhalation, manual handling, confined spaces, temperature, noise, hand tools, lack of training*, dan *falling or moving object*. Potensi bahaya tersebut tersebar di berbagai macam pekerjaan mulai dari ruang sortir simplisia kotor, ruang pencucian, ruang kaca tertutup, ruang pengeringan, stasiun *milling/grinding*, stasiun ekstraksi, ruang pengisian serbuk teh, ruang pengisian masker, ruang pembembentukan kaplet, ruang pengisian bahan spa, dan jalur akses pabrik.

Pemberian nilai *risk rating* yang berdasarkan tabel konsekuensi dan tabel peluang menunjukkan bahwa didapatkan nilai *risk rating* low sebanyak 13, *medium* sebanyak 9 dan *high* sebanyak 6. Sehingga perlu dilakukan pengendalian bahaya terhadap semua potensi bahaya yang ditemukan. Pengendalian yang bisa dilakukan antara lain pengendalian eliminasi, pengendalian substitusi, pengendalian *reduce*, pengendalian *engineering*, pengendalian prosedur, pengendalian skill training dan penggunaan APD. Alat pelindung diri yang diberikan kepada pekerja antara lain pakaian kerja (jas laborototium), masker, sarung tangan, tudung kepala, penutup telinga dan *safety shoes*. Berdasarkan perhitungan risiko sisa yang telah dilakukan secara keseluruhan, masih terdapat 6 macam potensi bahaya dengan nilai *risk rating* medium.

## PUSTAKA

- Fauzan, Dzulfiqar Aziz., (2011). *Penerapan Risk management Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA) Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja di Area Coal Crushing Plant (CCP) PT. Marunda Grahamineral Laung Tuhup Site Kalimantan Tengah*. Surakarta: Program Diploma II Hiperkes dan Keselamatan Kerja UNS.
- Hughes, Phil and Ed Ferret., (2007), *Introduction to Health and Safety at Work*, London: Routledge.
- Wijayanti, Yuni., (2013). *Implementasi Teknik Analisis Keselamatan Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA) Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Di Unit Pengolahan Air Limbah PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Central Java*. Surakarta: Teknik Industri UNS.
- Bakhtiar, Dwi Sandidan M. Sulaksono. (2013). *Risk Assessment Pada Pekerjaan Welding Confined Space di Bagian Ship Building PT. DOK dan Perkapalan Surabaya*. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

## PENGEMBANGAN KONSEP PRODUK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN METODE GREEN QFD (STUDI KASUS PRODUK KIPAS ANGIN)

Shiechara Hans<sup>1</sup>, Heru Prastawa<sup>2</sup>, Sri Hartini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: ninikhidayat@yahoo.com

### ABSTRAKS

Banyaknya limbah elektronik sangat membahayakan manusia dan lingkungan. Hal ini membutuhkan upaya untuk mengurangi peningkatan pertumbuhan limbah supaya tidak semakin tinggi. Kondisi ini dipicu dengan perilaku konsumen terhadap elektronik sampai pada tingka fashionable. Hal ini berakibat kepada seringnya konsumen mengganti sebuah produk. Tahap desain sangat memegang peranan dalam menekan angka pertumbuhan limbah elektronik. Penelitian ini bermaksud mengembangkan perancangan produk dengan menggunakan konsep Green Quality Function Deployment untuk menghasilkan produk yang mampu memenuhi kebutuhan pelanggan dan memperhatikan aspek lingkungan. Metode Green QFD dapat mengurutkan kriteria suatu produk berdasar prioritas voices of customers. Dalam penelitian ini juga diberikan 3 usulan desain kipas angin ramah lingkungan. Penelitian menyimpulkan bahwa kriteria awet, hemat energi, dan tidak berisik merupakan 3 kriteria yang paling diprioritaskan oleh konsumen. Selain itu, dapat diketahui usulan desain kipas angin bersifat ramah lingkungan yang menjadi pilihan konsumen adalah desain kipas angin modular.

**Kata Kunci:** green quality function deployment, product design, kipas angin, limbah elektronik

### PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini, barang-barang elektronika seperti televisi, komputer, VCD player, tape recorder maupun telepon genggam bukanlah barang asing. Bahkan bagi sebagian orang, kebutuhan barang elektronik ibarat fashion yang harus diikuti perkembangannya. Sehingga setiap kali ada produk gadget yang baru, akan mereka ikuti. Fakta lebih lanjut adalah perkiraan dari PBB yang menyatakan bahwa ada 20 sampai 50 juta ton sampah elektronik yang dihasilkan setiap tahun. Jika ini terus menerus dibiarkan terjadi tanpa adanya tindakan yang dapat mencegahnya, Maka sampah elektronik bisa menjadi ancaman bagi kelestarian lingkungan. [Deep Blue Sea, 2011]. Tahap desain sangat memegang peranan dalam menekan angka pertumbuhan limbah elektronik. Green Quality Function Development dan Modularity Design bisa menjadi alternative solusi untuk menjawab permasalahan tersebut. Wang, 2010, menyatakan bahwa meningkatnya kesadaran terhadap teknologi yang ramah lingkungan, menjadikan konsep 3R (Reuse, Recycle dan Reduction) berkembang menjadi 6R, dengan tambahan Redesign, Re-process dan Re-Concept. Konsep 6R mengintegrasikan setiap tahap siklus hidup produk secara mendalam. Dan diketahui bahwa, proses desain menjadi hal yang tidak bisa diabaikan terhadap kontaminasi lingkungan seperti halnya produk yang telah expired.

Quality Function Deloyment (QFD) merupakan metode untuk mentransform kebutuhan konsumen menjadi parameter teknik dalam desain dan produksi. Behara and Chase, 1993 telah berhasil menggunakan QFD untuk mengintegrasikan ide green energy dan green environment dalam proses produksi produk sebagai bagian kebutuhan konsumen. Green QFD menambahkan kriteria lingkungan sebagai kebutuhan konsumen dalam pengembangan produknya. Kriteria tersebut meliputi ability to recycle, ratio of toxic substance, reusability, plastic wrapping, polyester wrapping dan power consumption [Wang, 2010]. Dengan QFD, bisa dilakukan pengembangan sesuai kebutuhan konsumen. Variasi produk bisa lebih banyak dan memuaskan kebutuhan konsumen. Produk yang akan dijadikan objek pengembangan pada penelitian ini adalah kipas angin. Kebutuhan kipas angin pada daerah yang berhawa panas pada masyarakat kalangan menengah ke bawah menjadi sebuah keniscayaan. Beberapa penelitian tentang kipas angin memang telah dilakukan. Hermawan, 2009, meneliti kebutuhan konsumen dengan QFD dan membagi kriteria kebutuhan konsumen dalam 5 kriteria, namun belum melibatkan kriteria green dan konsep modular. Munir, 2012 berhasil membuat alternative konsep desain kipas angin multi fungsi dengan prosentase tertinggi adalah alternative ultrasonic (84,73%), elemen pemanas (84,67% dan penyengat (83,24%). Tapi belum memasukkan alternative fungsi elektronik lain seperti emergency lamp, obat nyamuk listrik dan baterai yang akan bermanfaat pada saat listrik mati

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendapatkan prioritas kriteria dalam perancangan kipas angin multi fungsi berdasarkan suara konsumen dengan Green Quality Function Development.

## STUDI PUSTAKA

### Sustainable Product Design

Dalam *The Philosophy of Sustainable Design*, Jason F. McLennan mengatakan desainer harus "hilangkan dampak negatif terhadap lingkungan sepenuhnya melalui desain yang sensitif yang diciptakan dengan keterampilan." Aplikasi praktis bervariasi antara disiplin ilmu desain (desain produk, arsitektur, perencanaan kota, dll), tetapi semuanya mengenal beberapa prinsip umum, yaitu:

1. Gunakan proses dan bahan yang tidak beracun, diproduksi secara berkelanjutan (sustain), atau bahan daur ulang yang memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dari bahan-bahan tradisional.
2. Gunakan proses manufaktur dan menghasilkan produk yang lebih hemat energi daripada proses tradisional dan produk akhir.
3. Membangun produk yang tahan lebih lama dan memiliki fungsi yang lebih baik (optimal), di mana barang-barang ini yang harus digunakan untuk menggantikan barang-barang yang kurang optimal penggunaannya.
4. Desain produk yang berorientasi pada reuse dan recycling. Desain produk ditujukan untuk membuat barang mudah dibongkar kembali (disassembly) sehingga komponen-komponennya dapat digunakan kembali untuk membuat produk baru.
5. Sesuaikan desain dengan standar konsep yang berkelanjutan, (misalnya Desain untuk Lingkungan)
6. Pertimbangkan siklus hidup produk. Gunakan alat analisis siklus hidup untuk membantu Anda merancang produk yang lebih berkelanjutan.
7. Pergeseran modus konsumsi dari kepemilikan pribadi produk untuk penyediaan layanan yang menyediakan fungsi yang sama. Beberapa contoh perusahaan yang telah membuat pergeseran ini adalah Interface Carpets (ubin karpet), Xerox (mesin fotokopi sewa bukan beli), dan Zipcar (car sharing).
8. Material didatangkan dari tempat yang lebih dekat, dikelola secara berkelanjutan sehingga dapat di-komposkan saat usia pakainya telah habis.

(McLennan,2004)

### Green Design

Terdapat beberapa pendapat yang banyak digunakan dalam penelitian tentang green design. Menurut Bilatos, 1997, green engineering merupakan sebuah tingkatan system yang melingkupi produk dan proses desain di mana lingkungan menjadi tujuan utama, bukan hanya batasan sederhana. Lingkungan menjadi dasar pemikiran di semua aspek spesifikasi desain. Dalam green design, produk ramah lingkungan merupakan produk yang diprioritaskan.

Dewasa ini, green design semakin banyak digunakan untuk membantu memelihara lingkungan, menekan jumlah emisi, mengurangi jumlah sampah, dan membantu menjaga ketersediaan sumber daya alam. Konsep green design diaplikasikan pada berbagai macam kebutuhan hidup manusia, mulai dari produk berbahan baku alam seperti furniture dan mebel, berbahan baku sintetis, sampai ke konsep arsitektur seperti green building.

Quality Function Deployment (QFD) pertama kali muncul di Jepang pada akhir tahun 1960. QFD muncul sebagai jawaban industri Jepang untuk lepas dari keterpurukan label pengembangan produk secara imitasi yang terjadi setelah Perang Dunia II. QFD berkembang selama masa transisi ketika industri Jepang beralih dari skema mengembangkan produk dengan cara meniru menuju skema pengembangan produk yang orisinal. Metode QFD ini lahir sebagai metode atau konsep untuk pengembangan produk baru sebagai salah satu cabang dari Total Quality Control. (Yilmaz, 2009)

Dr. Yoji Akao adalah orang pertama yang mengembangkan konsep dan metode QFD. Dua hal utama yang melatarbelakangi lahirnya QFD adalah:

1. Orang-orang (konsumen) mulai mengenal pentingnya kualitas dari desain produk, namun belum mengetahui cara untuk mendapatkan desain produk yang berkualitas
2. Perusahaan-perusahaan sudah menggunakan grafik-grafik yang diperlukan untuk quality control, namun belum dapat menekan gejala labilnya kualitas produksi. (Yilmaz, 2009)

Berdasar kedua hal tersebut, Professor Mizuno dan Dr. Akao mengembangkan sebuah metode penjaminan kualitas yang memungkinkan perusahaan mewujudkan desain yang dapat memuaskan konsumen sebelum produk mulai diproduksi. (Yilmaz, 2009)

Dewasa ini, QFD menjadi salah satu metode yang banyak dikembangkan dan menjadi inspirasi bagi berbagai kalangan di seluruh dunia untuk terus menciptakan aplikasi-aplikasi baru tiap tahunnya. Berbagai negara telah ikut serta dalam mengadakan QFD Symposium, baik yang bertaraf nasional maupun internasional, termasuk Amerika Serikat, Jepang, Swedia, Jerman, Australia, Brazil, dan Turki. (Yilmaz, 2009)

Pada awalnya, QFD ditujukan untuk mengunpulkan dan mengalisa pendapat dari konsumen (voices of customers), untuk mengembangkan produk dengan kualitas yang minimal memenuhi keinginan dari konsumen. Maka, fungsi utama dari QFD adalah pengembangan produk, manajemen kualitas, dan analisis kebutuhan konsumen. Namun kemudian, fungsi dari QFD berkembang dan bertambah, seperti desain, perencanaan, pengambilan keputusan, engineering, manajemen, teamwork, serta timing and costing. (Chan and Wu, 2002)

QFD merupakan sebuah alat perencanaan lintas fungsional yang digunakan untuk memastikan bahwa keinginan pelanggan (voices of customers) dapat diaplikasikan pada seluruh tahapan perencanaan produk dan tahapan desain. QFD digunakan untuk mendorong pemikiran terobosan konsep baru dan teknologi. QFD memprioritaskan keinginan pelanggan (voices of customers), oleh karena itu House of Quality (HoQ) mengkonversi setiap keinginan pelanggan ke dalam satu atau lebih karakteristik engineering dalam tahap pertama QFD. Tujuan utama dari House of Quality adalah untuk mengidentifikasi keinginan konsumen dan bobot untuk produk dan kemudian mengubah kebutuhan tersebut ke dalam karakteristik engineering. Gambar 3.1 menunjukkan komponen dari House of Quality.

Menurut Bilatos, 1997, *green engineering* merupakan sebuah tingkatan system yang melingkupi produk dan proses desain di mana lingkungan menjadi tujuan utama, bukan hanya batasan sederhana. Lingkungan menjadi dasar pemikiran di semua aspek spesifikasi desain. Dalam *green design*, produk ramah lingkungan merupakan produk yang diprioritaskan.

Dewasa ini, *green design* semakin banyak digunakan untuk membantu memelihara lingkungan, menekan jumlah emisi, mengurangi jumlah sampah, dan membantu menjaga ketersediaan sumber daya alam. Konsep *green design* diaplikasikan pada berbagai macam kebutuhan hidup manusia, mulai dari produk berbahan baku alam seperti furniture dan mebel, berbahan baku sintetis, sampai ke konsep arsitektur seperti *green building*.

Peraturan tentang limbah elektronik dimuat dalam *Waste of Electronic and Electrical Equipment (WEEE) Directive*. Peraturan ini memuat hal-hal yang harus ditaati oleh perusahaan yang berkaitan dengan barang-barang elektronik. Apabila perusahaan gagal mematuhi peraturan dalam WEEE Directive, maka terdapat sanksi bagi perusahaan tersebut.

Secara umum, WEEE Directive memiliki tujuan utama, yaitu:

1. mengurangi limbah yang timbul dari peralatan listrik dan elektronik
2. meningkatkan kinerja lingkungan dari semua pihak yang terlibat dalam siklus hidup produk listrik dan elektronik

Kipas angin merupakan salah satu produk elektronik yang diatur dalam WEEE Directive. Dalam pengelompokan produk elektronik yang terdapat di WEEE Directive, kipas angin listrik berada pada kelompok 1, yaitu peralatann rumah tangga besar.

Quality Function Deployment (QFD) pertama kali muncul di Jepang pada akhir tahun 1960. QFD muncul sebagai jawaban industri Jepang untuk lepas dari keterpurukan label pengembangan produk secara imitasi yang terjadi setelah Perang Dunia II. QFD berkembang selama masa transisi ketika industri Jepang beralih dari skema mengembangkan produk dengan cara meniru menuju skema pengembangan produk yang orisinal. Metode QFD ini lahir sebagai metode atau konsep untuk pengembangan produk baru sebagai salah satu cabang dari Total Quality Control (Yilmaz, 2009).

Pada awalnya, QFD ditujukan untuk mengunpulkan dan mengalisa pendapat dari konsumen (voices of customers), untuk mengembangkan produk dengan kualitas yang minimal memenuhi keinginan dari konsumen. Maka, fungsi utama dari QFD adalah pengembangan produk, manajemen kualitas, dan analisis kebutuhan konsumen. Namun kemudian, fungsi dari QFD berkembang dan bertambah, seperti desain, perencanaan, pengambilan keputusan, engineering, manajemen, teamwork, serta timing and costing (Chan and Wu, 2002).

QFD merupakan sebuah alat perencanaan lintas fungsional yang digunakan untuk memastikan bahwa keinginan pelanggan (voices of customers) dapat diaplikasikan pada seluruh tahapan perencanaan produk dan tahapan desain. QFD digunakan untuk mendorong pemikiran terobosan konsep baru dan teknologi. QFD memprioritaskan keinginan pelanggan (voices of customers), oleh karena itu House of Quality (HoQ) mengkonversi setiap keinginan pelanggan ke dalam satu atau lebih karakteristik engineering dalam tahap pertama QFD. Tujuan utama dari House of Quality adalah untuk

mengidentifikasi keinginan konsumen dan bobot untuk produk dan kemudian mengubah kebutuhan tersebut ke dalam karakteristik *engineering*.

Dalam kurun waktu tahun 1993 sampai dengan 2009, tercatat ada 17 metode *eco-design* yang dikembangkan berdasarkan pada QFD (Puglieri dkk, 2011). Metode pertama, yang berhasil diidentifikasi, adalah metode yang dikembangkan oleh Hochman dan O'Connell pada tahun 1993. Tujuan dari metode tersebut adalah peningkatan kualitas, kecepatan, dan biaya dari implementasi usulan *eco-design*. Metode ini hanya memiliki sangat sedikit perbedaan bila dibandingkan dengan QFD tradisional. Namun, aspek lingkungan telah diintegrasikan ke dalam matrix bersama dengan matrix spesifikasi produk.

Tahun 2001, Masui, Sakao, dan Inaba mengembangkan metode dengan subjek *environmental QFD*. Metode ini kemudian menjadi metode QFD berbasis lingkungan yang paling sering digunakan. Metode ini banyak diintegrasikan dengan metode lain, misalnya "3D-QFDE", "Eco-VOC", "QFDE/LCA", dan "QFDE/LCA/TRIZ". Tujuan dari metode ini adalah mengidentifikasi fungsi dan komponen mana yang harus diprioritaskan untuk memenuhi keinginan konsumen dengan tetap memperhatikan factor lingkungan untuk membantu perusahaan yang belum memiliki pengetahuan mendalam tentang aspek lingkungan. Sebagai perbedaan mendasar, QFDE memiliki dimensi kebutuhan lingkungan berjumlah 15 elemen dan 15 ukuran teknik yang harus disesuaikan agar mencapai kualitas yang diharapkan.

Tahun 2002, Wong dan Juniper mengembangkan *Green Quality Function Deployment*. Metode ini menghubungkan kebutuhan akan pemeliharaan aspek lingkungan dan kualitas yang diharapkan dalam spesifikasi produk.

Rahimi dan Weidner pada tahun 2002 mengembangkan metode QFD-DfE. Tujuan dari metode ini adalah menghubungkan kebutuhan konsumen, pengurangan biaya, dan dampak yang akan diterima oleh lingkungan dengan karakteristik desain, dengan mempertimbangkan siklus hidup produk yang bersangkutan. Penggunaan metode ini melibatkan 3 fase dalam desain, yaitu menentukan produk secara keseluruhan, komponen produk, dan atribut dari produk (Puglieri dkk, 2011). Walaupun metode QFD-DfE mempertimbangkan masalah lingkungan dan penurunan biaya, namun metode ini tetap berbeda dengan Green QFD II karena tidak menyertakan penggunaan LCC dan LCA sebagai dasarnya (Zhang dkk, 1999).

## METODOLOGI

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah pendapat konsumen yang didapat berdasarkan kuisioner. Lewat kuisioner, konsumen diminta untuk memilih kriteria-kriteria akan sebuah kipas angin yang dianggap penting. Kriteria-kriteria yang digunakan diambil berdasarkan penelitian Bereketli, 2013. Tabel 1 merupakan jenis kriteria yang akan menjadi dasar penilaian konsumen. Data ini kemudian akan menjadi *voice of customers*. Selain pemilihan kriteria, responden juga diminta untuk memberikan penilaian terhadap 3 produk *stand fan stand fan* yang ada di pasaran dan memilih 3 usulan desain kipas angin ramah lingkungan yang diberikan.

### Uji Statistik

Uji statistik yang digunakan adalah uji kecukupan data, uji validitas, dan uji reliabilitas. Uji kecukupan data menggunakan populasi tidak terbatas dengan rumus:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \sigma^2}{\epsilon^2} \dots\dots\dots (1)$$

Uji validitas dan reliabilitas dilakukan menggunakan *software* SPSS 20.

### Green QFD

Matriks *Green QFD* terdiri dari matriks-matriks *voices of customers*, *engineering matrix*, *house of quality*, *benchmark*, dan *roof*. *Voice of customers* berisi data hasil kuisioner. *Engineering matrix* berisi faktor-faktor *technical responses*. *House of quality* merupakan matriks yang memperlihatkan hubungan tiap kriteria dari *voice of customers* dan tiap faktor dari *technical responses*. *Benchmark* memperlihatkan data perbandingan penilaian responden terhadap produk yang ada di pasaran. *Roof* merupakan matriks yang memperlihatkan pengaruh suatu faktor dalam *engineering matrix* terhadap faktor lainnya.



**Tabel 1. Dimensi dan Variabel Green QFD**




<b>Dimensi</b>	<b>Kriteria</b>
<b>Price Criteria</b>	Murah
	Hemat energi
<b>Quality Criteria</b>	Mudah digunakan
	Awet
	Ringan
	Mudah dalam perawatan
	Mudah diperbaiki
	Tidak berisik
	Ergonomis
	Reliable
	Desain menarik
	Mudah dibersihkan
	Aman digunakan
	<b>Green Design</b>
Easy to recycle	
Tidak menggunakan bahan berbahaya	
Jarak transportasi	
Menggunakan lebih sedikit material	
Aman bagi lingkungan	
Easy to disassemble	

(Bereketli, 2013)

**Benchmark**

Benchmark dilakukan dengan menggunakan produk yang ada di pasaran. Konsumen diminta untuk memberikan penilaian terhadap 3 produk tersebut berdasarkan variabel penilaian. Tabel 2 merupakan 3 jenis produk kipas angin yang ada di pasar untuk *benchmark*.

**Tabel 2. Produk benchmark**

<b>Twino Cosmos</b>	<b>KAS 1618 Miyako</b>	<b>F-EP405 Panasonic</b>
		
<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>

**Usulan Desain Kipas Angin Ramah Lingkungan**

Ada 3 desain kipas angin ramah lingkungan yang diberikan. Usulan desain dilakukan untuk mengembangkan produk berdasarkan kriteria terpenting menurut konsumen.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

### Uji Statistik

Uji kecukupan data sesuai dengan perhitungan adalah 32 responden. Dalam penelitian ini, kuisioner yang disebar sebanyak 46 kuisioner sehingga mencukupi batas minimal kuisioner. Uji reliabilitas menggunakan SPSS 20 menghasilkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,862. Dengan nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,5; maka dapat dikatakan valid. Sedangkan uji validitas dengan menggunakan SPSS 20 menghasilkan nilai seperti pada tabel. Nilai kritis yang digunakan sebesar 0,291. Dengan nilai *Pearson Correlation* yang melebihi nilai kritis, maka dapat dikatakan valid.

### Voice of Customers

Tabel 3 merupakan rekap dari kuisioner yang kemudian diranking untuk memperoleh urutan prioritas kriteria menurut konsumen. Pemberian tingkat kepentingan konsumen dalam kuisioner dilakukan menggunakan pilihan sangat tidak penting sampai sangat penting, dengan skor 1-5.

**Tabel 3. Rekap Kuisioner**

<b>Kriteria</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>
Murah	0	0	5	25	16	46
Mudah digunakan	2	1	3	14	26	46
Hemat energi	0	0	2	17	27	46
Awet	0	0	2	10	34	46
Ringan	0	6	17	14	9	46
Mudah diperbaiki	0	1	3	16	26	46
Mudah dalam perawatan	0	0	6	20	20	46
Tidak berisik	0	0	5	12	29	46
Ergonomis	0	7	10	15	14	46
Reliable	0	2	10	20	14	46
Desain menarik	0	6	13	19	8	46
Mudah dibersihkan	1	1	5	15	24	46
Aman digunakan	0	1	3	18	24	46
Easy to reuse	1	4	11	15	15	46
Easy to recycle	0	4	19	16	7	46
Easy to disassemble	1	2	7	21	15	46
Tidak mengandung material beracun	2	0	2	13	29	46
Menggunakan lebih sedikit material	2	8	25	4	7	46
Aman bagi lingkungan	1	0	6	20	19	46
Jarak transportasi	1	9	15	14	7	46

Bobot kriteria dihitung berdasarkan bobot tiap pilihan dikalikan dengan jumlah responden yang memilih pilihan tersebut, kemudian dijumlah. Bobot ini kemudian dikonversi menjadi per-seratus. Urutan bobot mencerminkan urutan prioritas. Berdasarkan hasil pengolahan kuisioner pada Tabel 4, didapatkan bahwa kriteria paling penting bagi konsumen adalah kriteria awet. Selain itu, kriteria lainnya adalah hemat energi, tidak berisik, mudah diperbaiki, dan tidak mengandung material beracun. Kriteria yang menyangkut lingkungan yang mendapat prioritas tertinggi adalah tidak menggunakan bahan beracun. Kriteria lainnya aman bagi lingkungan dan *easy to reuse*. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1 mengenai matriks Green QFD pada *House of Quality* sayap kiri.

**Tabel 4. Urutan Prioritas Kriteria**

<b>Kriteria</b>	<b>Bobot Total</b>	<b>Bobot Konversi</b>
Awet	216	5.77
Hemat energi	209	5.58
Tidak berisik	208	5.56
Mudah diperbaiki	205	5.48
Tidak mengandung material beracun	205	5.48
Aman digunakan	203	5.42
Mudah digunakan	199	5.32
Mudah dalam perawatan	198	5.29
Mudah dibersihkan	198	5.29
Murah	195	5.21
Aman bagi lingkungan	194	5.18
Easy to disassemble	185	4.94
Reliable	184	4.91
Easy to reuse	177	4.73
Ergonomis	174	4.65
Desain menarik	167	4.46
Ringan	164	4.38
Easy to recycle	164	4.38
Jarak transportasi	155	4.14
Menggunakan lebih sedikit material	144	3.85

### **Benchmark**

Benchmark dilakukan dengan memberi nilai pada 3 produk yang menjadi benchmark berdasarkan semua variabel. Nilai total untuk semua produk tidak berbeda secara signifikan meskipun Twino Cosmos mempunyai nilai tertinggi (nilai 74; 73; 73). Kelebihan produk ini dibandingkan dengan produk yang lain menurut konsumen adalah pada harga, garansi, dan kepercayaan konsumen akan material yang digunakan oleh Cosmos. Namun, produk ini masih memiliki nilai yang belum maksimal pada kemudahan untuk dibongkar-pasang, desain, kemudahan diperbaiki, dan berat. Masing-masing kriteria masih mempunyai nilai 3. Lebih detail, dapat dilihat pada gambar 1 matrik Green QFD pada bagian *House of Quality sayap kanan*. Oleh karena itu, untuk menjawab keinginan konsumen akan kekurangan dari produk ini, diberikan 3 usulan desain yang tujuannya melakukan pengembangan produk terpilih terutama pada kriteria yang belum maksimal.

### **Usulan Desain Terpilih**

Desain usulan dibuat untuk memperbaiki produk pada kriteria yang mempunyai nilai belum maksimal. Usulan desain pertama menggunakan konsep *modular*. Desain ini untuk menjawab kelemahan kipas angin pada kriteria kemudahan dibongkar-pasang. Usulan desain menggunakan konsep multifungsi. Desain ini untuk menjawab kelemahan pada kriteria desain. Selain itu, desain ini dinilai mampu mengoptimalkan penggunaan material. Usulan desain ketiga merupakan penggabungan konsep modular dan multifungsi. Ketiga usulan desain kemudian ditawarkan kepada konsumen dengan mengisi kuesioner lagi berdasarkan semua kriteria. Dari hasil kuesioner didapatkan total nilai untuk konsep modular sebesar 19, konsep multifungsi sebesar 11 dan gabungan antara modular – multifungsi sebesar 16. Dengan demikian, usulan desain kipas angin ramah lingkungan yang terpilih adalah desain modular. Desain ini dinilai sesuai dengan kriteria yang diinginkan yaitu awet dan mudah diperbaiki. Desain modular memiliki konsep *interface* yang memudahkan pengguna dalam membongkar dan memasang kembali produk. Hal ini membuat perawatan dan perbaikan menjadi lebih mudah bagi pengguna. Dengan semakin mudahnya tindakan perawatan dan perbaikan, maka usia pakai produk pun akan semakin

panjang (awet). Selain itu, desain ini juga termasuk ramah lingkungan. Desain ini mempermudah *reuse* yang dapat dilakukan pada komponen kipas angin. Sedangkan desain ke-2 dan ke-3 memiliki nilai sedikit di bawah desain modular. Responden tidak memilih desain ke-2 atau ke-3 sebagai prioritas karena takut apabila produk dengan desain ini membutuhkan perawatan ekstra.

## KESIMPULAN

Kriteria yang diprioritaskan oleh konsumen dalam desain produk yang ramah lingkungan adalah awet, hemat energi, tidak berisik, mudah diperbaiki, dan tidak mengandung bahan beracun. Dalam kaitannya dengan lingkungan, kriteria yang paling diprioritaskan adalah tidak menggunakan material beracun, aman bagi lingkungan, *easy to disassemble*, *easy to reuse*, dan *easy to recycle*. Dalam pengembangan kipas angin ramah lingkungan, konsep desain yang terpilih adalah desain kipas angin modular. Konsep ini memudahkan untuk bongkar pasang jika ada yang rusak, berpeluang lebih awet dan mudah diperbaiki.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan atas pendanaan dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2014, melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Diponegoro Nomor DIPA – 023.04.02.189185/2014 tanggal 05 Desember 2013.

## PUSTAKA

- .S. Behara & R.B.Chase. 1993. *Service Quality Deployment : Quality Service by Design*. In Rakesh V. Sarin. *Perspective in Operations Management* : Kluwer Academic Publisher. Norwell, Mss.
- Bereketli, Ilke and Genevois, Mudje Erol. 2013. *An integrated QFDE approach for identifying improvements strategies in sustainable product development*. Istanbul, Turki
- Billatos, S. B., and N. A. Bassaly. 1997. *Green Technology and Design for the Environment*. Taylor & Francis, Ltd
- Chan, L. K. and Wu, M. L. 2002. *Quality Function Deployment : A Literature Review*. *European Journal of Operational Research*, 143;463-497
- Chang, Teng-Ruey dkk. 2013. *A Systematic Approach For Green Design in Modular Product Development*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 68 Numbers 9 -12 2013.
- Hermawan, Yuni. Perancangan dan Pengembangan Produk Kipas Angin dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Seminar Nasional Manajemen Teknologi IX, MMT-ITS, Surabaya*, 14 February 2009.
- Munir, 2012. Perancangan dan Pengembangan Produk Kipas Angin Multi Fungsi dengan Pendekatan QFD guna Memenuhi Kepuasan Konsumen. *Jurnal Cyber Technology Vol 05 No 02*, April 2011.
- Puglieri, Fabio Neves, dkk. 2011. *Eco-design Methods for Developing New Products based on QFD : a Literature Analysis*. Brazil
- Wang, Lin & Chang. 2010. *Green Quality Function Development and Modular Design Structure Matrix in Product Development*. Taiwan.
- Yilmaz, Hande. 2009. *Optimization of the Product Design Through Quality Function Deployment (QFD) and Analytical Hierarchy Process (AHP) : A Case Study in A Ceramic Washbin*. Turki
- Zhang, Y., Wang. H. P., Zhang, C. 1999. *Green GFD II : A Life Cycle Approach for Environmentally Conscious Manufacturing by Integrating LCA and LCC into QFD Matrices*. *International Journal of Product Research*.
- [http://inatrim.kemendag.go.id/id/read/3-the-weee-rohs-packaging-directives-and-reach-regulation\\_127](http://inatrim.kemendag.go.id/id/read/3-the-weee-rohs-packaging-directives-and-reach-regulation_127)
- <http://www.weeregistration.com/categories-of-electrical-and-electronic-equipment-covered-by-WEEE-directive.html>
- <http://117745eva.wordpress.com/2011/10/12/mengelola-sampah-elektronik/>



## PENGEMBANGAN MODEL INTERAKSI PETANI DAN PENGEPEL DALAM MENCAPAI OPTIMASI GLOBAL

Anita Nofiana<sup>1</sup>, Bertha Maya Sopha<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281  
Telp. (0274) 521673  
Email :neeta\_zobo@yahoo.com, bertha\_sopha@ugm.ac.id

### ABSTRAKS

Interaksi petani dan pengepul dalam supply chain buah salak memberikan kesenjangan keuntungan dimana keuntungan pengepul lebih besar daripada petani. Padahal tujuan supply chain adalah tercapainya keuntungan global dimana pihak-pihak yang ada memperoleh keuntungan terbaik secara proporsional. Penelitian ini bertujuan membuat model matematis interaksi petani-pengepul salak untuk memberikan pola terbaik dan keuntungan global. Model matematis yang ada dibuat berdasarkan komponen dari faktor biaya yang mempengaruhi tanpa mempertimbangkan sifat perishable salak yang nilainya menurun seiring waktu. Dalam penelitian ini, model matematis dibuat menggunakan pendekatan game theory menggabungkan komponen faktor biaya, perubahan nilai produk terhadap waktu, dan pola interaksi petani-pengepul baik kompetisi maupun kolaborasi. Game theory digunakan untuk memberikan gambaran interaksi yang dilakukan petani-pengepul salak melalui non-cooperative dan cooperative game untuk memperoleh keuntungan. Model non-cooperative game memberikan gambaran pengambilan keputusan berdasarkan strategi konsep solusi Stackelberg yang memisahkan pengambilan keputusan saat petani menjadi leader (Seller-Stackelberg) dan saat pengepul menjadi leader (Buyer-Stackelberg). Sedangkan dalam cooperative game, keuntungan yang diperoleh adalah keuntungan global untuk petani dan pengepul secara proporsional. Kolaborasi petani dan pengepul dalam cooperative game teori memberikan solusi optimal dibandingkan dalam non-cooperative game yang ditunjukkan dengan lebih rendahnya harga jual optimal dan biaya pemasaran pada cooperative game dibandingkan pada non-cooperative game.

**Kata Kunci:** game theory, kolaborasi, optimasi global, salak

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pembangunan subsistem distribusi pangan diarahkan untuk menjamin ketersediaan pangan baik di tingkat nasional maupun disetiap daerah dalam kondisi cukup, memadai, dan terkelola dengan baik yang ditandai oleh stabilitas harga pangan yang terjangkau bagi konsumen namun juga memberikan penghasilan yang memadai bagi petani. Upaya pembangunan distribusi pangan antara lain melalui pengembangan cadangan pangan dan perbaikan rantai distribusi logistik nasional yang efektif dan efisien. (DKP, 2010). Berdasarkan tujuan pembangunan subsistem distribusi pangan tersebut, pengembangan model interaksi petani dan pengepul dalam supply chain buah salak di Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Wonosobo yang memberikan kesenjangan keuntungan yang diperoleh dimana keuntungan pengepul lebih besar daripada petani menjadi salah satu hal yang mendukung tercapainya tujuan tersebut. Pengembangan model interaksi petani-pengepul salak tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran keuntungan yang diperoleh petani dan pengepul dalam interaksinya dan memberikan alternatif interaksi yang dapat memberikan keuntungan global sesuai dengan tujuan supply chain (SC). Dalam SC, tujuan yang ingin dicapai adalah tercapainya keuntungan global dimana pihak-pihak yang ada memperoleh keuntungan terbaik secara proporsional, bukan keuntungan lokal yang menguntungkan pihak-pihak tertentu saja.

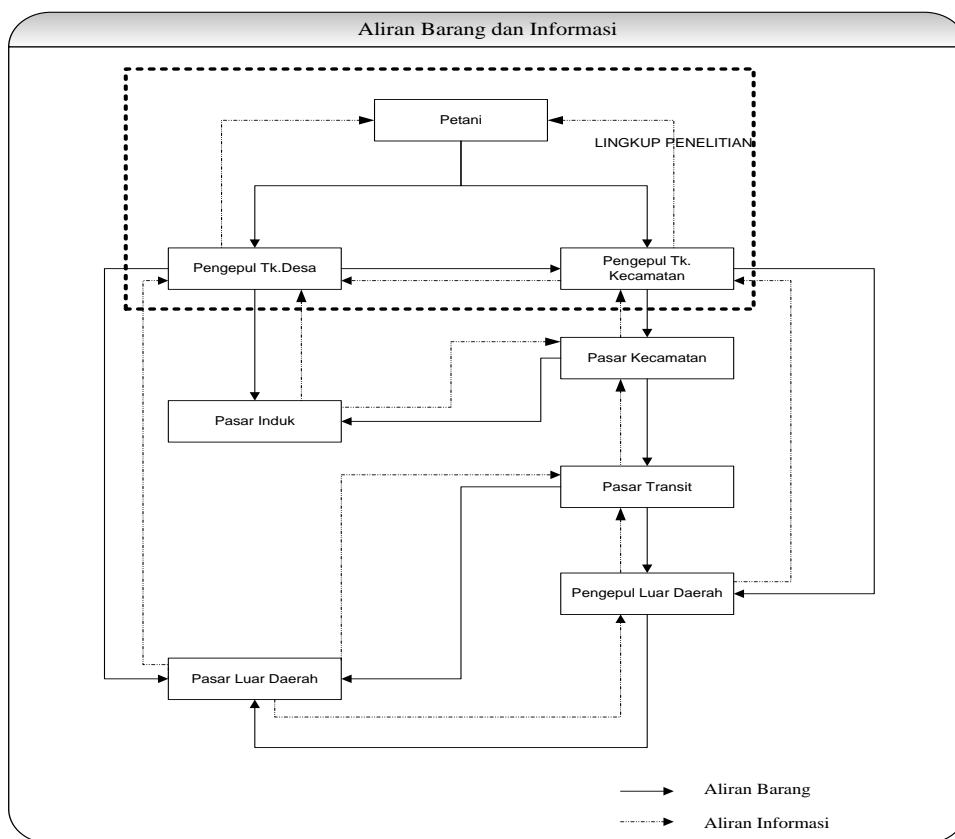
Interaksi yang terjadi dalam SC buah salak antara petani dan pengepul tersebut dapat berupa persaingan yang bersifat individual, kooperatif maupun nonkooperatif. Pembuatan keputusan dalam interaksi yang terjadi pada petani dan pengepul merupakan salah satu contoh mekanisme pembuatan keputusan yang berada dalam kondisi persaingan dimana keputusan yang diambil dipengaruhi oleh keputusan pihak lain. Kondisi seperti ini merupakan kondisi dimana Game Theory (GT) banyak digunakan. GT digunakan untuk membuat model yang efektif dan digunakan untuk menganalisa pembuatan keputusan dalam kondisi banyak pihak yang terlibat dimana hasilnya tergantung pada

pengambilan keputusan tiap bagian (Nagarajan & Sosic, 2008). Model yang dikembangkan merupakan model matematis yang menggunakan pendekatan GT baik *non-cooperative* maupun *cooperative game*.

Dalam penelitian ini, dikembangkan model interaksi petani dan pengepul untuk buah salak yang merupakan *perishable product*. Penurunan nilai seiring waktu merupakan karakteristik penting dalam *perishable product*. Selain itu, dalam model yang dikembangkan juga mencakup kemampuan petani sebagai penjual untuk menentukan berapa jumlah produk (*lot size*) yang akan dijual. Dalam model yang ada, belum terdapat model yang menambahkan karakteristik *perishable product* di dalam modelnya dan biasanya hanya pembeli yang berhak menentukan *lot size*.

### Ruang Lingkup

Dalam *supply chain* buah salak terdapat aliran barang dan informasi yang mengikuti interaksi para pelaku dalam *supply chain* tersebut. Aliran barang dan informasi tersebut sesuai dengan pola interaksi para pelakunya. Gambar 1 menunjukkan aliran barang dan informasi yang ada dalam *supply chain* buah salak di Kecamatan Sukoharjo. Sistem yang dikaji adalah bagian dari *supply chain* buah salak yang dilakukan oleh petani salak dan pengepul salak, baik pengepul tingkat desamaupun pengepul tingkat kecamatan yang berada di Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Wonosobo. Sehingga sistem yang diamati bersifat *whitebox*, dimana kegiatan dan proses yang terjadi dalam sistem dapat diamati dengan jelas. Dalam kegiatan tersebut terdapat proses interaksi antara petani dan pengepul yang mencakup pengambilan keputusan-keputusan terhadap proses jual beli yang dilakukan. Keputusan yang diambil akan mempengaruhi keputusan yang diambil oleh pihak lain.



Gambar 5.2 Aliran Barang dan Informasi dalam *Supply Chain* Buah Salak di Kecamatan Sukoharjo

### MODEL SISTEM

#### Karakterisasi Sistem

Model yang dibangun merupakan model yang bersifat deterministik. Interaksi yang terjadi merupakan kegiatan yang bersifat *discrete* yang berada dalam *point* waktu tertentu, dengan *time scale* pada saat panen raya. Model yang dibangun bertujuan untuk merepresentasikan keuntungan dalam

interaksi petani-pengepul dalam proses jual-beli buah salak di Kecamatan Sukoharjo yang dipengaruhi oleh variabel harga dan variabel biaya yang dikeluarkan baik oleh petani maupun oleh pengepul.

Model keuntungan yang dibuat merupakan keuntungan yang diperoleh petani dan pengepul. Keuntungan petani merupakan hasil yang penjualan (*sales revenue*) dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan. *Sales revenue* merupakan jumlah permintaan yang dipenuhi oleh petani dengan harga jual yang ditentukan petani. Sedangkan biaya yang dikeluarkan oleh petani meliputi biaya produksi (*production cost*), biaya persiapan proses produksi atau biaya yang dibutuhkan untuk melakukan penyesuaian-penyesuaian selama penanaman salak hingga panen (*set up cost*), dan biaya yang ditimbulkan oleh penyimpanan persediaan pada periode waktu tertentu termasuk biaya penyusutan dan lain-lain (*holding cost*).

Sedangkan model keuntungan pengepul dibuat dengan mengurangi pendapatan yang diperoleh oleh pengepul dengan biaya yang harus dikeluarkan oleh pengepul. Pendapatan yang diperoleh pengepul berasal dari hasil penjualan (*sales revenue*) yang merupakan jumlah permintaan yang dipenuhi pengepul dengan tingkat harga yang ditentukan oleh pengepul. Biaya yang dikeluarkan pengepul meliputi biaya pembelian salak dari petani (*purchase cost*), biaya pemasaran (*marketing cost*), biaya yang diperlukan untuk inspeksi, pengepakan dan biaya administrasi (*ordering cost*), dan juga *holding cost* pengepul.

#### **Variable dan Input parameter**

Variabel yang ada dalam sistem yang dikaji, meliputi harga jual dari petani kepada pengepul, jumlah produk yang dijual, harga jual yang ditentukan oleh pengepul kepada pedagang, dan biaya pemasaran yang dikeluarkan oleh pengepul. Variabel tersebut merupakan variabel keputusan yang dipergunakan oleh petani dan pengepul untuk berinteraksi dalam upaya mencapai tujuannya.

Parameter merupakan atribut intrinsik dari elemen sistem. Untuk interaksi petani-pengepul, parameter yang digunakan adalah biaya order pengepul, biaya *set up* petani, biaya produksi petani, rata-rata produksi, rata-rata permintaan tahunan, rata-rata permintaan pasar dan biaya penyimpanan (*inventory*).

Dalam model keuntungan petani maupun model keuntungan pengepul yang dibuat, permintaan yang ada merupakan fungsi dari harga dan biaya pemasaran (Lee & Kim, 1993).

$$D(P,M) = kP^{-\alpha}M^{\beta} \quad (1)$$

Dimana :

k : scalling constant untuk fungsi permintaan ( $k > 0$ )

$\alpha$  : elastisitas harga fungsi permintaan ( $\alpha > 1$ )

$\beta$  : elastisitas biaya pemasaran dari permintaan

( $0 < \beta < 1, \beta+1 < \alpha$ )

#### **• Asumsi**

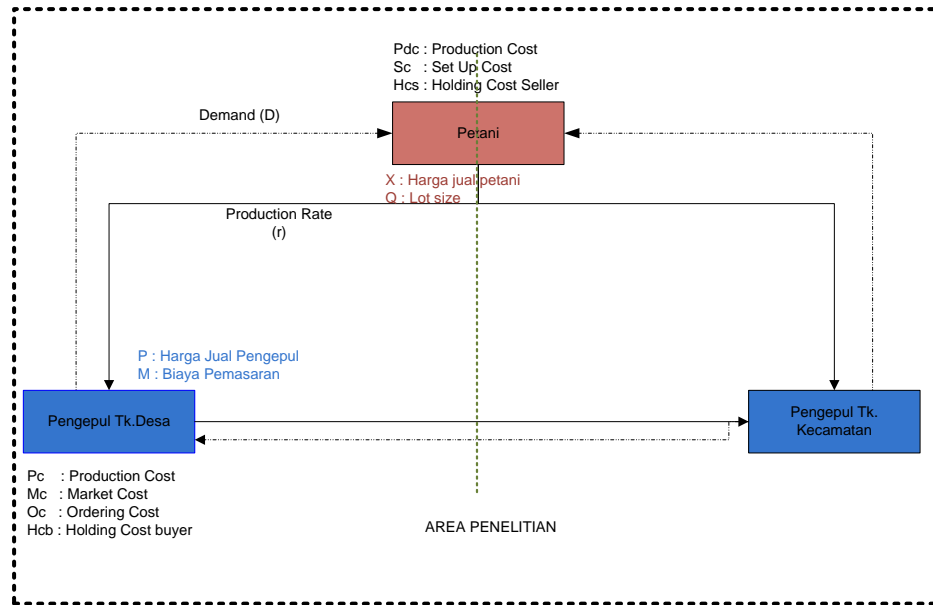
Dalam formulasi Model, terdapat beberapa asumsi yang digunakan, yaitu :

1. Parameter yang ada bersifat deterministik dan diketahui dengan pasti
2. Meskipun biasanya pembeli yang menentukan jumlah lot yang dibeli dalam *conventional supply chain*, disini diasumsikan pula bahwa penjual (petani) yang menentukan jumlah lot nya.
3. Permintaan tahunan tergantung pada harga jual dan biaya pemasaran
4. Rata-rata produksi dianggap lebih besar atau sama dengan rata-rata permintaan pasar.

$$r = ud, u \geq 1 \quad (2)$$

Dari variabel keputusan dan parameter masukan diatas, dapat digambarkan masing-masing komponen model konseptual yang dimiliki oleh petani dan pengepul seperti dalam Gambar 2





Gambar 2. Variabel Keputusan dan Parameter Masukan Petani dan Pengepul

• **Model Pengepul**

Tujuan pengepul adalah untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh. Dari variabel dan parameter yang ada, berdasarkan Esmaeili *et al.* (2009) maka formulasi keuntungan pengepul adalah hasil penjualan yang merupakan hasil perkalian permintaan dan harga jual pengepul (PD) dikurangi dengan seluruh biaya yang dikeluarkan. Adapun biaya yang dikeluarkan oleh pengepul meliputi :Purchase Cost (XD), Market Cost (MD), Ordering Cost ( $A_b Q^{-1}D$ ), dan Holding Cost ( $\frac{1}{2} iXQ$ ). Holding cost memperlihatkan prosentase biaya produksi yaitu  $iXQ$ , ditambahkan dengan  $\frac{1}{2}$  sebagai perkalian untuk memperoleh nilai rata-rata selama *inventory* berubah terhadap waktu. Untuk produk *perishable*, Blackburn & Scudder (2008) memberikan model perubahan nilai terhadap waktu :

$$P = P e^{-at} \tag{3}$$

Sehingga, untuk fungsi permintaan seperti pada persamaan (1) maka keuntungan untuk pengepul dirumuskan :

$$\begin{aligned} \Pi_b &= PD - XD - MD - A_b Q^{-1}D - \frac{1}{2} iXQ \\ \Pi_b &= [P^{-\alpha+1} e^{-at}] - [xP^{-\alpha}] - [MP^{-\alpha}] - [A_b Q^{-1}P^{-\alpha}] \\ &\quad - [\frac{1}{2} ixQ (kM^\beta e^{at\alpha})^{-1}] \end{aligned} \tag{4}$$

Nilai P, yaitu harga pengepul yang memberikan fungsi keuntungan maksimum pada saat kondisi M tetap, diberikan melalui turunan pertama terhadap P :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_b}{\partial P} &= 0 \\ P^* &= \frac{\alpha(x+M+A_b+Q^{-1})}{(\alpha-1)(e^{-at})} \end{aligned} \tag{5}$$

Substitusi persamaan (5) ke persamaan (4) menghasilkan :

$$\begin{aligned} \Pi_b(P(M),M) &= k \left( \frac{\alpha(X+M+A_b Q^{-1})}{(\alpha-1)(e^{-at})} \right)^{-\alpha} M^\beta \left( \frac{(\alpha-\alpha e^{-at})(X+M+A_b Q^{-1})}{(\alpha-1)(e^{-at})} \right) \\ &\quad - \frac{1}{2} iXQ \end{aligned} \tag{6}$$

Dengan menggunakan turunan pertama dan turunan kedua pada persamaan (6) diperoleh nilai M :

$$M^* = \frac{\beta(X+A_b Q^{-1})}{(\alpha-\beta-1)}, \quad \alpha > \beta + 1 \quad (7)$$

Substitusi nilai M dalam persamaan (7) ke persamaan (5) nilai P diperoleh :

$$P^* = \frac{\alpha(X+A_b Q^{-1})}{(\alpha-\beta-1)(e^{-\alpha t})} \quad (8)$$

• **Model Petani**

Demikian pula dengan tujuan yang ingin dicapai oleh petani, yaitu untuk menentukan berapa jumlah lot yang dijual dan berapa harga yang akan ditentukan untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Keuntungan yang diperoleh petani merupakan hasil dari pengurangan *sales revenue* (XD) dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan yang meliputi *production cost* ( $C_s D$ ), *set up cost* ( $A_s Q^{-1} D$ ) dan *holding cost* ( $\frac{1}{2} i X Q$ ). *Holding Cost* pada fungsi petani ini merupakan fungsi permintaan dan rata-rata produksi yang merepresentasikan rata-rata persediaan dikali dengan prosentase *holding cost*. Pada saat  $d = r$ , maka rata-rata persediaan setara dengan  $\frac{Q}{2}$  tapi akan menjadi lebih kecil apabila  $d < r$ , sebagai contoh ketika kondisi  $u > 1$ , dikarenakan petani tidak memiliki persediaan yang cukup untuk stok. Sehingga fungsi keuntungan petani diformulasikan :

$$\begin{aligned} \Pi_s(X, Q) &= XD - C_s D - A_s \frac{D}{Q} - \frac{1}{2} i C_s Q u^{-1} \\ \Pi_s(X, Q) &= (k(Pe^{-\alpha t})^{-\alpha} M^{-\beta})(X - C_s - A_s Q^{-1}) - \frac{1}{2} i C_s Q u^{-1} \end{aligned} \quad (9)$$

Untuk kondisi dimana harga jual yang ditentukan petani kepada pengepul (X) tetap, maka nilai Q yang berada dalam kondisi keuntungan maksimum diperoleh dari turunan pertama :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_s}{\partial Q} &= 0 \\ Q^* &= \sqrt{\frac{2A_s D}{i C_s u^{-1}}} \end{aligned} \quad (10)$$

Substitusi nilai Q dalam persamaan (10) ke persamaan (9) :

$$\begin{aligned} \Pi_s(X) &= k X P^{-\alpha} M^{\beta} - k C_s P^{-\alpha} M^{\beta} - k A_s P^{-\alpha} M^{\beta} \sqrt{\frac{i C_s u^{-1}}{2 A_s D}} \\ &\quad - \frac{1}{2} i C_s u^{-1} \sqrt{\frac{2 A_s D}{i C_s u^{-1}}} \end{aligned} \quad (11)$$

Untuk keuntungan petani = 0 maka nilai X :

$$\begin{aligned} \Pi_s(X) &= 0 \\ X_0 &= C_s + A_s Q^{-1} + \frac{1}{2} i C_s Q (u D)^{-1} \end{aligned} \quad (12)$$

Nilai  $X_0$  tersebut merupakan harga jual dimana keuntungan petani adalah nol, atau petani tidak memperoleh keuntungan namun petani juga tidak mengalami kerugian, sehingga untuk mendapatkan nilai optimal harga jual ( $X^*$ ) adalah :

$$X^* = R X_0 = R(A_s Q^{-1} + \frac{1}{2} i C_s Q (u D)^{-1}) \quad (13)$$

Untuk  $R > 1$

## 2. NON-COOPERATIVE STACKELBERG GAMES

*Non-cooperative Stackelberg games* yang menggambarkan interaksi petani dan pengepul dibagi menjadi dua yaitu *Seller-Stackelberg model* dimana petani bertindak sebagai *leader* dan pengepul yang bertindak selaku pembeli sebagai *follower*. Sedangkan dalam *Buyer-Stackelberg model*, pengepul bertindak sebagai *leader* dan petani yang bertindak sebagai *follower*.

### a) Seller-Stackelberg model

Dalam *Seller-Stackelberg model*, petani menjadi *leader* dan pengepul sebagai *follower*. Harga jual dari petani ( $X$ ) dan berapa banyak yang hendak dijual ( $Q$ ) telah ditentukan oleh petani, maka pengepul menentukan biaya pemasaran ( $M$ ) dan harga jual pengepul ( $P$ ) terbaik merujuk pada model pengepul (7) dan (8) diatas. Petani kemudian akan memaksimalkan keuntungannya  $\Pi_s(X, Q)$  berdasarkan pasangan  $P^*$  dan  $M^*$  yang dinyatakan dalam formulasi matematis berikut :

$$\text{Max} \quad \Pi_s(X, Q) = XD - C_s D - A_s \frac{D}{Q} - \frac{1}{2} i C_s Q u^{-1}$$

Dengan batasan :

$$P^* = \frac{\alpha(X + A_b Q^{-1})}{(\alpha - \beta - 1)(e^{-\beta t})} \quad (14)$$

$$M^* = \frac{\beta(X + A_b Q^{-1})}{(\alpha - \beta - 1)}, \quad \alpha > \beta + 1$$

### b) Buyer Stackelberg Game

Model *Buyer-Stackelberg model*, pengepul yang berperan sebagai *leader* dan petani yang berperan sebagai *follower*. Pengepul menentukan harga jual dan biaya pemasarannya, kemudian petani menentukan harga jual dan nilai lot yang akan dijual yang dimodelkan dalam persamaan (10) dan (13). Permasalahan dalam *Buyer-Stackelberg model* digambarkan :

$$\text{Max} \quad \Pi_b = PD - XD - MD - A_b Q^{-1} D - \frac{1}{2} i X Q$$

Dengan batasan :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2A_b D}{i C_s u^{-1}}} \quad (15)$$

$$X^* = R[A_s Q^{-1} + \frac{1}{2} i C_s Q (u D)^{-1}]$$

## 3. COOPERATIVE STACKELBERG GAME

Sebaliknya, pada interaksi yang menggunakan *cooperative game*, kedua belah pihak berkolaborasi menentukan variabel keputusan yang hendak diambil keduanya dengan mempertimbangkan input parameter yang ada. Dalam interaksi ini, petani dan pengepul berkolaborasi untuk menentukan harga jual dari petani, jumlah yang akan dijual, harga jual dari pengepul, dan biaya pemasaran yang dikeluarkan. Dengan kolaborasi yang dilakukan, terdapat pertukaran informasi secara terbuka dan negosiasi untuk pengambilan keputusan terhadap variabel masing-masing pihak.

Pendekatan *cooperative game* menggunakan kolaborasi petani dan pengepul untuk menentukan  $X$ ,  $Q$ ,  $P$  dan  $M$ . hasil terbaik akan diperoleh ketika tidak ada hasil yang lebih baik lagi bagi kedua belah pihak. Mekanisme yang dilakukan adalah dengan mencari nilai optimal dari jumlah bobot fungsi tujuan petani dan pengepul.

$$Z = \lambda \Pi_s + (1 - \lambda) \Pi_b \quad 0 < \lambda < 1$$

Sehingga :

$$Z = XD(2\lambda - 1) + \lambda D(M - P e^{-\alpha t} - C_s + (A_b - A_s) Q^{-1}) + \frac{1}{2} i Q D^{-1} (X - u C_s) + D(P e^{-\alpha t} - M - A_b Q^{-1} - \frac{1}{2} X Q D^{-1}) \quad (16)$$

Turunan pertama nilai Z terhadap X :

$$\frac{\partial Z}{\partial X} = 0 \rightarrow \lambda = \frac{D + \frac{1}{2}iQ}{2D + \frac{1}{2}iQ} \quad (17)$$

Sedangkan turunan pertama terhadap Q,P, dan M :

$$Q = \sqrt{\frac{2D(\lambda A_s + A_b(1-\lambda))}{i(\lambda u^{-1}c_s + (1-\lambda)X)}} \quad (18)$$

$$P = \frac{\alpha((\lambda-1)(X+A_bQ^{-1}) + \lambda(X-c_s-A_sQ^{-1}))}{(\alpha-\beta-1)(\lambda-1)(e^{-\beta X})} \quad (19)$$

$$M = \frac{\beta((\lambda-1)(X+A_bQ^{-1}) + \lambda(X-c_s-A_sQ^{-1}))}{(\alpha-\beta-1)(\lambda-1)} \quad (20)$$

Solusi pareto efisien dapat diperoleh dengan negosiasi antara petani-pengepul pada saat nilai X tetap, misalnya dalam menyelesaikan persamaan (18) – (20) untuk mencari nilai  $Q^*$ ,  $P^*$ ,  $M^*$  secara simultan. Dalam kondisi tersebut, makadapat nilai  $X > c_s + A_sQ^{-1}$ . Hal ini sangat beralasan mengingat petani tidak akan melakukan produksinya jika mengetahui akan rugi. Oleh karena itu, dengan membandingkan persamaan (18) – (20) dan (7), (8), dan (13) akan diperoleh :

$$P_C^* = P_N^* - \frac{\alpha\lambda(X-c_s-A_sQ^{-1})}{(\alpha-\beta-1)(1-\lambda)(e^{-\beta X})} \quad (21)$$

Dimana,  $P_N^*$  adalah harga penjualan optimal dalam *non-cooperative* yang diberikan dalam persamaan (8), dan  $P_C^*$  adalah harga penjualan optimal dalam *cooperative* yang diberikan dalam persamaan (19). Dari Persamaan (21) tersebut, diperlihatkan bahwa harga penjualan dalam skenario *cooperative* lebih rendah jika dibandingkan dalam skenario *non-cooperative*.

Demikina pula jika biaya pemasaran dalam skenario *cooperative* dibandingkan dengan skenario *non cooperative*. Dengan membandingkan persamaan (7) dan persamaan (20) akan diperoleh :

$$M_C^* = M_N^* - \frac{\beta\lambda(X-c_s-A_sQ^{-1})}{(\alpha-\beta-1)(1-\lambda)(e^{-\beta X})} \quad (22)$$

Dari persamaan (22) tersebut diperlihatkan biaya pemasaran yang dikeluarkan dalam *cooperative* lebih sedikit jika dibandingkan dengan biaya pemasaran dalam *non-cooperative*. Dimana  $M_N^*$  adalah Biaya pemasaran dalam *non-cooperative* yang diberikan dalam persamaan (7), dan  $M_C^*$  adalah harga penjualan optimal dalam *cooperative* yang diberikan dalam persamaan (20).

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, masalah interaksi petani-pengepul dalam *supply chain management* dimodelkan melalui teori permainan baik secara terpisah maupun sebagai sebuah kesatuan. Petani memproduksi salak dan menjual semuanya kepada pengepul, dengan rata-rata produksi secara linier terkait dengan rata-rata permintaan. Sedangkan harga penjualan, dalam model yang dibuat juga dipengaruhi oleh variabel biaya pemasaran yang mempengaruhi jumlah permintaan. Interaksi antara petani dan pengepul dibedakan menjadi *cooperative game* dan *non-cooperative game*. Dari perbandingan skenario *cooperative* dan *non-cooperative* diperlihatkan bahwa hasil yang lebih baik yang ditunjukkan oleh lebih rendahnya harga jual pengepul dan biaya pemasaran untuk mencapai optimasi global adalah pada skenario *cooperative* dimana petani dan pengepul berkolaborasi untuk menentukan proporsi keuntungan dan variabel keputusan. Lebih rendahnya harga jual pengepul dan biaya pemasaran tersebut disebabkan karena adanya penjumlahan bobot fungsi tujuan petani dan pengepul, sehingga biaya yang dikeluarkan dan besarnya proporsi keuntungan yang diperoleh pengepul akan menurunkan harga jual pengepul.

## DAFTAR NOTASI

$\Pi_b$	: Keuntungan Pengepul
$\Pi_s$	: Keuntungan Petani
$A_b$	: Biaya order pengepul (Rp/Order)
$A_s$	: Biaya Set Up Petani (Rp/Set Up)
$C_s$	: Biaya Produksi petani (Rp/Unit)
$D$	: Permintaan tahunan
$d$	: Rata-rata permintaan pasar (unit/waktu)
$i$	: Biaya inventory (Rp/unit/waktu)
$M$	: Biaya pemasaran yang dikeluarkan pengepul (Rp/unit)
$P$	: Harga jual yang ditentukan oleh pengepul (Rp/unit)
$Q$	: Lot size yang dijual (unit).
$r$	: Rata-rata Produksi (unit/waktu)
$u$	: scalling constatnt untuk fungsi produksi ( $u \geq 1$ ) dimana $u = \frac{r}{r}$
$X$	: Harga jual yang ditentukan oleh petani kepada pengepul (Rp/unit)
$Z$	: Keuntungan Kolaborasi petani-pengepul

## DAFTAR PUSTAKA

- Bai, Y., Ouyang, Y., Pang, J., 2012, Biofuel *Supply chain* design Under Competitive Agricultural Land Use and Feedstock Market Equilibrium, *Energy Economics*, Vol. 34, pp. 1623-1633.
- Burt, D.N., Dobler, D.W., Starling, S.L., 2004, *World Class Supply chain Management : The Key to Supply chain Management*, 7<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, Singapore.
- Barratt, M. & Oliveira, A., 2001, Exploring the Experiences of Collaborative Planning Initiatives, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 31, No 4, pp. 266-289.
- Burer, S., Jones, P.C., Lowe, T.J., 2008, Coordinating the *Supply chain* in the Agricultural Seed Industry. *European Journal of Operational Research*, Vol. 185, pp. 354-377.
- Cai, G., Zhang, Z.G., Zhang, M., 2009, Game Theoretical Perspectives on Dual-channel *Supply chain* Competition with Price Discounts and Pricing Schemes, *Int. J. Production Economics*, Vol. 117, pp. 80-96.
- Cao, M., & Zhang, Q., 2010, *Supply chain* Collaborative Advantage: A firm's Perspective, *Int. J. Production Economics*, Vol. 128, pp. 358-367.
- Cao, M., & Zhang, Q., 2011, *Supply chain* collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance. *Journal of Operations Management*, Vol.29, pp. 163-180.
- Chen, T., Chen, J., 2005, Optimizing *Supply chain* Collaboration Based on Joint Replenishment and Channel Coordination, *Transportation Research Part E*. Vol. 41, pp. 261-285.
- Chopra, S. & Meindl, P., 2007, *Supply chain Management : Strategy, Planning, and Operation*, 3<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, Pearson New Jersey.
- Daugherty, P.J., Richey, R.G., Roath, A.S., Min, S., Chen, H, Arndt, A.D., Genchev, S.E., 2006, Is Collaboration Paying Off for Firms?, *Business Horizons*, Vol.49, pp. 61-70.
- Dewan Ketahanan Pangan, 2010, Kebijakan Umum Ketahanan Pangan 2010-2014, *Kementrian Pertanian Republik Indonesia*.
- Emberson, C., & Storey, J., 2006, Buyer-Supplier Collaborative Relationships: Beyond the normative accounts, *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 12, pp. 236-245.
- Erhun, F., dan Keskinocak, P., 2003, *Game Theory in Business Application*, Lecture Course of Management Science and Engineering, Standford University.
- Esmaili, M., Aryanezhad, MB., Zeephongsekul, P., 2009, A Game Theory Approach in Seller-Buyer Supply Chain, *European Journal of Operation Research*, Vol. 195, pp. 442-448.
- Fudenberg, D. & Tirole, J., 1993, *Game Theory*, Massachusetts Institute of Technology Press, London.
- Garret, R.D., Lambin, E.F., Naylor, R. L., 20013, The new economic geography of land use change: Supply chain configurations and land use in the Brazilian Amazon, *Land Use Policy*, Vol.34, pp. 265-275.
- Hargreaves, S.P. & Varoufakis, Y., 1995, *Game Theory : A Critical Introduction*, Routledge, London dan New York

- Holweg, M, Disney, S, Holmstrom, J, & Smaros, J 2005, *Supply chain* Collaboration: Making sense of the strategy continuum, *European Management Journal*, vol. 23, no.2, pp. 170-181.
- Jonsson, P., 2008, *Logistics and Supply chain Management*, McGraw-Hill Education, UK.
- Kale, P., Singh, H., 2009. Managing strategic alliances: what do we know now, and where do we go from here. *The Academy of Management Perspectives* Vol. 23, pp. 45–62.
- Lawless, W.F., 2002, Adversarial Collaboration Decision-Making : An Overview of Social Quantum Information Processing. Math and Psychology Departments Paine College, Augusta.
- Lee, HL 2002, Aligning *Supply chain* strategies with product uncertainties, *California Management Review*, Vol. 2, No. 3, Spring 2002.
- Lozano, S., Moreno, P, Adenso-Díaz, B., Algaba, E., 2013, Cooperative Game Ttheory Approach to Allocating Benefits of Horizontal Cooperation, *European Journal of Operational Researc*, Vol. 229, pp. 444–452.
- Min, S., Roath, A. S., Daugherty, P. J., Genchev, S. E., Chen, H., Arndt, A. D., (2005), *Supply chain* collaboration: What is happening?, *International Journal of Logistics Management*, Vol.16, pp. 237–256.
- Nagarajan, M., Sobic, G., 2008, Game-theoretic analysis of cooperation among *Supply chain* agents: Review and extensions, *European Journal of Operational Research*, Vol. 187, pp.719–745.
- Nyaga, G.N., Whipple, J.M., Lynch, D.F., 2010, Examining*Supply chain* relationships: Do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ?,*Journal of Operations Management*, Vol. 28, pp. 101-114.
- Olsen, P. & Aschan, M., 2010, Reference method for analyzing material flow, information flow and information loss in food *Supply chains*, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 21, pp. 313-320.
- Osborne, M.J. and Rubinstein, A., 1994, *A Course in Game Theory*, The MIT Press, Massachusett.
- Sargent, R.G., 2013, Verification and Validation Simulation Models, *Journal of Simulation*, Vol. 7, pp.12-24.
- Schipmann, C. & Qaim, M., 2011, *Supply chain* Differentiation, Contract Agriculture, and Farmer's Marketing Preferences : The Case of Sweet Pepper in Thailand, *Food Policy*, Vol. 26, pp. 667-677.
- Simatupang, TM. & Sridaran, R, 2002, The Collaborative *Supply chain*.*International Journal of Logistic*, Vol.13, pp. 15-30.
- Simatupang, TM. & Sridaran, R, 2005, An Integrative Framework for *Supply chain* Collaboration, *International Journal of Logistic*, Vol.16, pp. 257-247.
- Skelton, A.C. H. & Allwood, J.M., 2013, The Incentives for *Supply chain* Collaboration to Improve Material Efficiency in the Use of Steel: An analysis Using Input Output Techniques. *Ecological Economics*. Vol.89, pp. 33–42.
- Spekman, R.E., & Carraway, R., 2006, Making the transition to collaborative buyer–seller relationships: An emerging framework, *Industrial Marketing Management*, Vol. 35, pp. 10 – 19.
- Stuart, F & McCutcheon, D 2000, The manager's guide to *Supply chain* management, *Business Horizons*, vol. 43, no.2, pp. 35-44.
- Taha, H.A., 2003, *Operation Research : An Introduction*, 7<sup>th</sup> ed.,Prentice Hall, Pearson New Jersey.
- Tsou, C.M., 2013, On the Strategy of *Supply chain* Collaboration Based on Dynamic Inventory Target Level Management: A Theory of Constraint Perspective, *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 37, pp. 5204–5214.
- Van der Vorst, J.G.A.J., da Silva, C.A., Trienekens, J.H., 2007, *Agriculture Management, Marketing and Finace Occasional Paper*, Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- Zhang, X., & Huang, G.Q., 2010, Game-theoretic Approach to Simultaneous Configuration of Platform Products and *Supply chains* with One Manufacturing Firm and Multiple Cooperative Suppliers. *Int. J. Production Economics*.Vol. 124, pp.121–136.
- Zhao, Y., Wang, S., Cheng, T.C.E., Yang, X., Huang, Z., 2010, Coordination of *Supply chains* by Option Contracts: A Cooperative Game Theory Approach. *European Journal of Operational Research*. Vol. 207, pp. 668–675.

## PENGEMBANGAN MODEL KONSEPTUAL PENGARUH *CUSTOMER EXPERIENCE* TERHADAP *PURCHASE INTENTION*

Zelika Aprilia<sup>1)</sup>, Naniek Utami Handayani<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

Email : [zelikaaprilia@gmail.com](mailto:zelikaaprilia@gmail.com)<sup>1)</sup>; [naniekh@yahoo.com](mailto:naniekh@yahoo.com)<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

Sejak diperkenalkan pada tahun 1998, *customer experience* menjadi cara baru menciptakan nilai untuk perusahaan dan konsumen. Konsep *customer experience* dalam bidang pemasaran memandang pelanggan sebagai seseorang yang rasional dan emosional yang berfokus pada pengalaman yang dia dapatkan saat menggunakan suatu produk atau jasa. Pengalaman tersebut menghasilkan banyak keluaran yang positif misalnya pelanggan yang mendapatkan pengalaman menyenangkan akan melakukan pembelian produk tersebut kembali dan merekomendasikan produk tersebut kepada teman dan keluarganya. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan antara *customer experience* dan *purchase intention*. Dalam penelitian ini, ditambahkan *cognitive experience* dan *physical experience* ke dalam model konseptual dari penelitian sebelumnya. Dimensi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *sensory experience*, *emotional experience*, *social experience*, *cognitive experience*, dan *physical experience*. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan kuesioner. Populasi dalam penelitian ini adalah konsumen restoran KFC Setiabudi dan menggunakan 115 sampel konsumen. Hasil dari analisis faktor adalah indikator-indikator *sensory experience* and *emotional experience* dikelompokkan dalam 2 faktor sedangkan *social*, *cognitive* and *physical experience* dikelompokkan dalam 1 faktor.

**Kata kunci:** analisis faktor, *customer experience*, *purchase intention*, restoran KFC

### PENDAHULUAN

Pada tahun 1998, Pine dan Gilmore mengenalkan tentang *customer experience* dalam bukunya “*Welcome to the Experience Economy*”. Sejak saat itu, *customer experience* menjadi sebuah cara baru untuk menciptakan nilai perusahaan dan konsumen. *Customer experience* merupakan hasil interaksi antara pelanggan dengan produk, perusahaan dan bagian organisasi yang menimbulkan reaksi dari pelanggan tersebut (Gentile, 2007).

Konsep *customer experience* ini biasanya digunakan dalam bidang pemasaran yang berbeda dengan konsep pemasaran tradisional. Konsep pemasaran tradisional memandang bahwa pelanggan sebagai pembuat keputusan yang rasional memperhatikan fungsi dan manfaat produk atau jasa. Sedangkan konsep *customer experience* dalam bidang pemasaran memandang pelanggan sebagai seseorang yang rasional dan emosional yang berfokus pada pengalaman yang dia dapatkan saat menggunakan suatu produk atau jasa (Schmitt, 1999). Pengalaman tersebut memberikan peranan penting dalam menentukan persepsi pelanggan. Secara umum, pengalaman pembelian pelanggan menghasilkan banyak keluaran yang positif misalnya pelanggan yang mendapatkan pengalaman yang menyenangkan akan melakukan pembelian produk tersebut kembali dan merekomendasikan produk tersebut kepada teman dan keluarganya. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan antara *customer experience* dan *purchase intention* (Yang dan He, 2011).

Nasermoadeli dkk (2013) melakukan penelitian dengan tujuan meneliti hubungan *customer experience* terhadap *purchase intention* dengan menggunakan tiga dimensi *customer experience* yang meliputi *sensory experience*, *emotional experience*, dan *social experience*. Hasil penelitiannya adalah *emotional experience* dan *social experience* memiliki pengaruh langsung terhadap *purchase intention* sedangkan *sensory experience* memiliki pengaruh tidak langsung terhadap *purchase intention* dengan dimensi *emotional experience* sebagai variabel mediator.

Peneliti akan mencoba mengembangkan model yang digunakan Nasermoadeli dkk (2013) dengan menambahkan dimensi *cognitive experience* (*think*), dan *physical experience* (*act*) ke dalam model. Hal ini berguna untuk meningkatkan *purchase intention* menjadi lebih tinggi. Sesuai dengan teori yang dikemukakan Schmitt (1999) bahwa terdapat hubungan yang kuat antara *customer experience* dengan *purchase intention*. Jika suatu produk atau jasa tidak didukung dengan *experience* (namun produk atau komunikasi telah berfungsi seutuhnya), maka *purchase intention* hanya sebesar 58%. *Purchase Intention* dapat meningkat menjadi 67% dengan melibatkan 1 *experience*, lalu terjadi kenaikan persentase menjadi 77% saat melibatkan 3 atau lebih *experience*.

Peneliti mengembangkan model penelitian dari Nasermoadeli dkk (2013) dengan memasukkan lima dimensi *customer experience* yang dikemukakan Schmitt (1999). Dengan menggunakan analisis faktor, diharapkan dihasilkan pembagian faktor yang tepat untuk variabel-variabel yang terdapat pada dimensi *customer experience* dan *purchase intention*.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Pengembangan Model Konseptual

Berdasarkan teori yang dikemukakan Schmitt (1999) bahwa akan terjadi kenaikan presentase *purchase intention* seiring dengan penambahan *experience*, peneliti akan mengembangkan model penelitian dari Nasermoadeli (2013) dengan menambahkan dimensi *cognitive experience* dan *physical experience* yang bertujuan untuk meningkatkan *purchase intention*. Berikut merupakan dimensi-dimensi *customer experience* yang digunakan dalam penelitian ini:

#### *Sensory Experience*

Merujuk pada Hulten dan Dijk (2009) dalam Nasermoadeli (2013), *Sensory experience* merupakan persepsi yang dirasakan lima panca indera yang terdiri dari penciuman, penglihatan, pendengaran, peraba, perasa. Kelima indera tersebut berinteraksi satu sama lain membentuk *sensory experience*. Dalam penelitian Nasermoadeli (2013), *sensory experience* tidak memiliki pengaruh langsung terhadap *purchase intention*.

#### *Emotional Experience*

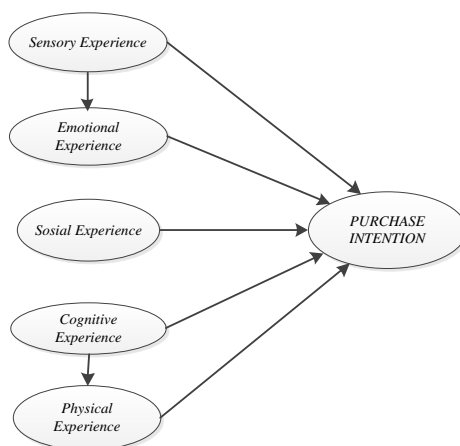
Merujuk pada Schmitt (1999), *emotional experience* merupakan pembentukan suasana hati dan emosi selama melakukan belanja atau pembelian. Dalam penelitian Nasermoadeli (2013), *emotional experience* memiliki pengaruh yang kuat terhadap *purchase intention*.

#### *Social Experience*

Merujuk pada Schmitt (1999), *social experience* meliputi pengalaman yang dirasakan melalui proses sosialisasi dengan keluarga, sekolah, perkumpulan dan media massa yang mempengaruhi pikiran, perasaan dan kegiatan orang di sekitarnya. Dalam penelitian Nasermoadeli (2013), *Emotional Experience* memiliki pengaruh yang kuat terhadap *purchase intention*.

#### *Cognitive Experience*

Merujuk pada Schmitt (1999), *cognitive experience* adalah pengalaman yang memunculkan pemikiran baru yang berasal dari konsumen baik dari nama, tema, produk, maupun pelayanan dari penyedia layanan tersebut.



Gambar 1 Model Konseptual Penelitian

#### *Physical Experience*

Merujuk pada Schmitt (1999), *physical experience* adalah pengalaman konsumen untuk ikut serta/terlibat dalam interaksi dengan karyawan maupun terlibat dalam promosi yang disediakan. Model konseptual yang digunakan dalam penelitian ini maka dapat digambarkan pada Gambar 1 sebagai berikut:

### Variabel dan Indikator

Berdasarkan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, didapatkan 31 indikator yang digunakan sebagai alat penilaian pelanggan sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1.



**Tabel 1 Indikator Penilaian**

Kode	Indikator
SE1	Suhu udara di restoran KFC
SE2	Kebersihan restoran KFC.
SE3	Kebersihan penyajian makanan KFC.
SE4	Kerapian tempat duduk
SE5	Tampilan/dekorasi restoran
SE6	Kebisangan di restoran KFC karena pengunjung lain
SE7	Volume <i>backsound</i> atau lagu yang diputar di KFC
SE8	Bebauan di ruangan restoran
SE9	Bebauan di wastafel dan toilet restoran
SE10	Rasa makanan di KFC
SE11	Rasa minuman di KFC
EE1	Keramahan pelayan dalam memberikan pelayanan.
EE2	Respon petugas kebersihan yang cepat
EE3	Kebanggaan/ <i>prestige</i> saat membeli makanan di KFC
EE4	Harapan terjamin kesehatannya karena kebersihan makanan KFC
EE5	Kecepatan pelayanan sesuai dengan harapan pelanggan
SC1	Peran keluarga, kerabat, dll dalam mempengaruhi keputusan <i>costumer</i> untuk membeli makanan di KFC.
SC2	Peran media elektronik.
SC3	Peran media cetak.
CE1	Keterjangkauan harga
CE2	Ketersediaan informasi tentang menu makanan yang tersedia
CE3	Ketersediaan brosur tentang promo-promo yang ada
CE4	Ketertarikan konsumen mencoba menu yang beraneka ragam.
PE1	Tersedianya promosi (diskon atau paket hemat).
PE2	Kemudahan interaksi karyawan dengan konsumen
PE3	Tersedianya lahan parkir yang luas
PE4	Tersedianya meja dan kursi yang banyak.
PE5	Tersedianya fasilitas wifi
PI1	Membeli untuk diri sendiri.
PI2	Menbeli untuk orang lain karena terjamin kualitasnya.
PI3	Merekomendasikan kepada orang lain.

### Survei Penelitian

Survei Penelitian dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada 115 pelanggan KFC Semarang. Kuesioner yang disebar menggunakan skala likert dengan empat pilihan jawaban yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju berdasarkan pertanyaan yang disesuaikan dengan variabel yang akan diteliti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Asumsi Analisis Faktor

Analisis faktor mempunyai asumsi yang harus dipenuhi sebelumnya diantaranya yaitu data atau sampel diasumsikan cukup dan antar variabel mempunyai korelasi.

### Nilai Keiser Mayeer Olkin (KMO) dan Uji Barlett

Nilai KMO dan uji Bartlett digunakan untuk mengetahui apakah data atau sampel yang diambil telah memenuhi asumsi kecukupan data atau tidak. Untuk semua dimensi yang diuji, memiliki nilai  $KMO > 0,5$  dan nilai sig. uji Bartlett  $< 0,05$  maka asumsi kecukupan data atau sampel telah terpenuhi.

**Tabel 2 Nilai KMO dan Uji Barlett**

Dimensi	KMO	Uji Barlett (nilai sig.)
<i>Sensory Experience</i>	0,758	0,00
<i>Emotional Experience</i>	0,640	0,00
<i>Social Experience</i>	0,514	0,00
<i>Cognitive Experience</i>	0,610	0,00
<i>Physical Experience</i>	0,667	0,00
<i>Purchase Intention</i>	0,692	0,00

### Matriks Anti-Image

Nilai *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) untuk melihat derajat korelasi antar atribut yaitu atribut mana yang dapat dianalisis lebih lanjut dan atribut mana yang harus dikeluarkan. Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 3 terlihat bahwa semua atribut memiliki nilai MSA lebih dari 0,5, artinya tidak ada atribut yang dikeluarkan dari analisis karena telah memenuhi asumsi korelasi antar atribut sehingga atribut dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

**Tabel 3 Perhitungan Matriks Anti-Image**

Dimensi	Komponen	Nilai MSA
<i>Sensory Experience</i>	SE 1	0,717
	SE 2	0,864
	SE 3	0,762
	SE 4	0,862
	SE 5	0,765
	SE 6	0,769
	SE 7	0,675
	SE 8	0,699
	SE 9	0,784
	SE 10	0,763
	SE 11	0,726
<i>Emotional Experience</i>	EE 1	0,639
	EE 2	0,627
	EE 3	0,688
	EE 4	0,674
	EE 5	0,535
<i>Social Experience</i>	SC 1	0,770
	SC 2	0,509
	SC 3	0,509
<i>Cognitive Experience</i>	CE 1	0,594
	CE 2	0,579
	CE 3	0,659
	CE 4	0,697
<i>Physical Experience</i>	PE 1	0,627
	PE 2	0,632
	PE 3	0,708
	PE 4	0,681
	PE 5	0,734
<i>Purchase Intention</i>	PI 1	0,697
	PI 2	0,659
	PI 3	0,730

### Nilai Eigen

Tahap berikutnya dalam analisis faktor adalah menentukan nilai eigen dari masing-masing atribut yang digunakan untuk menentukan banyak faktor yang terbentuk. Tahap ini bertujuan untuk mereduksi faktor-faktor sehingga akan membentuk faktor baru.

#### Dimensi *Sensory Experience*

Output SPSS untuk nilai eigen dimensi sensory experience ditampilkan dalam Tabel 4. Pada Tabel 4 menunjukkan terdapat 3 faktor atau komponen yang memiliki nilai eigen lebih dari 1, yaitu komponen 1, 2, dan 3 sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak tiga faktor. Jika 11 komponen tersebut dijadikan 3 faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 55,967%.

**Tabel 4 Nilai Eigen *Sensory Experience***

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	3.188	28.982	28.982
2	1.952	17.743	46.724
3	1.017	9.242	55.967
4	.948	8.615	64.582
5	.731	6.643	71.225
6	.674	6.130	77.355
7	.619	5.630	82.985
8	.563	5.116	88.102
9	.533	4.842	92.944
10	.417	3.792	96.736
11	.359	3.264	100.000

#### Dimensi *Emotional Experience*

Output SPSS untuk nilai eigen dimensi emotional experience ditampilkan dalam Tabel 5. Pada Tabel 5 menunjukkan terdapat 2 faktor atau komponen yang memiliki nilai eigen lebih dari 1, yaitu komponen 1 dan 2 sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak 2 faktor. Jika 5 komponen tersebut dijadikan 1 faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 60,230 %.

**Tabel 5 Nilai Eigen *Emotional Experience***

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.939	38.774	38.774
2	1.073	21.456	60.230
3	.846	16.924	77.154
4	.612	12.231	89.385
5	.531	10.615	100.000

#### Dimensi *Social Experience*

Hasil perhitungan nilai eigen dimensi social experience ditampilkan dalam Tabel 6. Pada Tabel 6 menunjukkan terdapat 1 faktor atau komponen yang memiliki nilai eigen lebih dari 1, yaitu komponen 1 sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak satu faktor. Jika 3 komponen dijadikan 1 faktor maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 52,523%.

**Tabel 6 Nilai Eigen *Social Experience***

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.576	52.523	52.523
2	.969	32.300	84.824
3	.455	15.176	100.000

#### Dimensi *Cognitive Experience*

Hasil perhitungan nilai eigen dimensi *cognitive experience* ditampilkan dalam Tabel 7. Pada Tabel 7 menunjukkan terdapat 1 faktor atau komponen dengan nilai eigen lebih dari 1, yaitu komponen 1 sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak satu faktor. Jika 4 komponen tersebut menjadi 1 faktor maka menjelaskan ragam dari komponen sebesar 41,205%.

**Tabel 7 Nilai Eigen Cognitive Experience**

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.648	41.205	41.205
2	.918	22.951	64.155
3	.835	20.880	85.035
4	.599	14.965	100.000

**Dimensi Physical Experience**

Hasil perhitungan nilai eigen dimensi physical experience ditampilkan dalam Tabel 8. Pada Tabel 8 menunjukkan terdapat 1 faktor dengan nilai eigen lebih dari 1, yaitu komponen 1 sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak 1 faktor, jika lima komponen tersebut dijadikan 1 faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 39,359%.

**Tabel 8 Nilai Eigen Physical Experience**

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.968	39.359	39.359
2	.959	19.183	58.542
3	.872	17.446	75.988
4	.691	13.825	89.813
5	.509	10.187	100.000

**Dimensi Purchase Intention**

Hasil perhitungan nilai eigen dimensi physical experience ditampilkan dalam Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan terdapat 1 faktor dengan nilai eigen lebih dari 1, yaitu komponen 1 sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak 1 faktor dan jika 3 komponen dijadikan 1 faktor maka menjelaskan ragam dari komponen sebesar 69,125%.

**Tabel 9 Nilai Eigen Purchase Intention**

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	2.074	69.125	69.125
2	.524	17.463	86.588
3	.402	13.412	100.000

**Pengelompokan Faktor**

Pembagian variabel-variabel ke dalam kelompok faktor tertentu didasarkan pada nilai loading faktor dari faktor-faktor yang terbentuk yang memiliki nilai loading faktor > 0,5.

Indikator-indikator dalam dimensi *sensory experience* dikelompokkan menjadi 3 faktor sesuai dengan hasil reduksi faktor di pembahasan sebelumnya. Pada Tabel 10 dapat dilihat nilai loading faktor setiap indikator sehingga dapat ditentukan anggota dari setiap faktor yang terbentuk. Untuk faktor 1 terdiri dari indikator Kebersihan penyajian makanan (SE3), rasa makanan (SE10), dan rasa minuman (SE11). Ketiga indikator ini berhubungan dengan penyajian dan cita rasa makanan KFC sehingga faktor 1 diberi nama Penyajian dan citarasa makanan dan minuman KFC.

**Tabel 10 Matriks Rotasi Komponen Dimensi Sensory Experience**

Kode	Komponen		
	1	2	3
SE1	.350	-.166	.746
SE2	.290	.188	.624
SE3	.619	.073	.247
SE4	.442	.190	.473
SE5	.498	-.037	.209
SE6	.208	.696	.016
SE7	.040	.837	-.075
SE8	-.051	.703	.412
SE9	-.253	.490	.494
SE10	.762	-.086	.141
SE11	.799	.214	-.027

Untuk faktor 2 terdiri dari indikator kebisingan karena pengunjung lain (SE6), volume *backsound* yang diputar (SE7), dan bebauan di ruangan restoran(SE8). Ketiga indikator ini berhubungan dengan suasana di ruangan restoran sehingga faktor 2 diberi nama suasana ruangan restoran KFC. Untuk faktor 3 terdiri dari indikator suhu udara (SE1), dan kebersihan restoran (SE2). Kedua indikator ini berhubungan dengan kondisi restoran sehingga faktor 3 diberi nama temperatur dan kondisi restoran KFC.

Indikator-indikator yang ada dalam dimensi *emotional experience* dikelompokkan dalam 2 faktor. Berdasarkan Tabel 11, faktor1 terdiri dari indikator Keramahan pelayan (EE1) dan respon petugas kebersihan (EE2). Kedua indikator ini berhubungan dengan pelayanan karyawan KFC sehingga faktor 1 diberi nama keramahan dan kecepatan respon karyawan KFC. Faktor 2 hanya terdiri atas 1 indikator yaitu Kecepatan pelayanan (EE5). Oleh karena itu faktor 2 diberi nama Kecepatan pelayanan dalam pemesanan makanan di KFC.

**Tabel 11 Matriks Rotasi Komponen Dimensi *Emotional Experience***

Kode	Komponen	
	1	2
EE1	.786	.171
EE2	.822	-.080
EE3	.415	.485
EE4	.477	.470
EE5	-.123	.901

Indikator-indikator dimensi *social experience* yang dapat dikelompokkan dalam 1 faktor adalah indikator peran media elektronik(SC2) dan peran media cetak(SC3) yang dapat dilihat pada Tabel 12. Kedua indikator ini berhubungan dengan promosi KFC sehingga faktor ini dapat diberi nama promosi iklan KFC.

**Tabel 12 Matriks Komponen Dimensi *Social Experience***

Kode	Komponen
	1
SC1	.284
SC2	.864
SC3	.865

Indikator-indikator dalam dimensi *cognitive experience* yang dapat dikelompokkan dalam satu faktor adalah indikator keterjangkauan harga(CE1), ketersediaan informasi menu makanan yang tersedia (CE2) dan ketersediaan brosur tentang promo yang ada (CE3) yang dapat dilihat pada Tabel 13. Faktor tersebut diberi nama ketersediaan informasi harga, menu, dan promo yang ada.

**Tabel 13 Matriks Komponen Dimensi *Cognitive Experience***

Kode	Komponen
	1
CE1	.658
CE2	.782
CE3	.603
CE4	.491

Semua indikator dalam dimensi *physical experience* dapat dikelompokkan dalam satu faktor yang dapat dilihat pada Tabel 14 dimana semua indikator memiliki nilai loading faktor > 0,5. Faktor ini diberi nama ketersediaan fasilitas di KFC.

**Tabel 14 Matriks Komponen Dimensi *Physical Experience***

Kode	Komponen
	1
PE1	.506
PE2	.808
PE3	.507
PE4	.643
PE5	.623

Semua indikator dalam dimensi *purchase intention* dapat dikelompokkan dalam satu faktor yang dapat dilihat pada Tabel 15. Hal ini disebabkan semua indikator dalam dimensi *purchase intention* memiliki nilai loading faktor  $> 0,5$ . Faktor ini diberi nama minat pembelian pelanggan terhadap produk KFC.

**Tabel 15 Matriks Komponen Dimensi *Purchase Intention***

Kode	Komponen
	1
PI1	.828
PI2	.859
PI3	.806

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, seluruh dimensi memiliki nilai nilai KMO  $> 0,5$  dan tingkat signifikansi  $< 0,05$  sehingga data dapat dianalisis lebih lanjut. Semua indikator memiliki nilai MSA lebih dari 0,5, artinya tidak ada indikator yang dikeluarkan dari analisis sehingga semua indikator dapat digunakan. Dimensi *sensory experience* menunjukkan 3 faktor yang terbentuk dan dapat menjelaskan ragam dari komponen sebesar 55,967%. Faktor 1 diberi nama penyajian dan cita rasa makanan dan minuman KFC, faktor 2 diberi nama suasana ruangan restoran KFC dan faktor 3 diberi nama temperatur dan kondisi restoran KFC. Dimensi *emotional experience* menunjukkan terdapat 2 faktor yang terbentuk yang dapat menjelaskan ragam dari komponen sebesar 60,230%. Faktor 1 diberi nama keramahan dan kecepatan respon karyawan KFC dan faktor 2 diberi nama kecepatan pelayanan. Dimensi *social experience* menunjukkan terdapat 1 faktor yang terbentuk dan menjelaskan ragam dari komponen sebesar 52,523 %, faktor tersebut diberi nama promosi iklan KFC. Dimensi *cognitive experience* menunjukkan terdapat 1 faktor yang terbentuk dan menjelaskan ragam dari komponen sebesar 41,205%. Faktor 1 tersebut diberi nama ketersediaan informasi harga, menu, dan promo yang ada. Dimensi *physical experience* menunjukkan terdapat 1 faktor yang terbentuk dan menjelaskan ragam dari komponen sebesar 39,359%, faktor tersebut diberi nama ketersediaan fasilitas. Dimensi *purchase intention* menunjukkan terdapat 1 faktor yang terbentuk dan menjelaskan bahwa tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 69,125%, faktor tersebut diberi nama minat pembelian pelanggan terhadap produk KFC

## PUSTAKA

- Gentile, Chiara, Spiller, dan Noci.(2007). *How to Sustain the Customer Experience: An Overview of Experience Components that Co-create Value With the Customer*. *European Management Journal*. Vol 25, No. 5. Pp 395-410.
- Hulten, B. dan Dijk, Van.,(2009),*Sensory Marketing Hampshire*, United Kingdom: Palgrave-Macmillan.
- Nasermoadeli, A., Ling, K. C., dan Maghnati F. (2013). *Evaluating The Impact of Customer Experience on Purchase Intention*. *International Journal of Business and Management*. Vol 8, Pp.128-136.
- Pine, J.B.II and J.H. Gilmore.(1998).*Welcome to the Experience Economy*.Harvard Business Review. Vol.4, No.76.
- Schmitt, B. H.,(1999), *Experimental marketing: How to get Customers to sense, feel, think, act, and relate to your company and brand*,New York: Free Press.
- Yang, Zi-Ying.dan He, Ling-Yun.(2011). *Goal, customer experience and purchase intention in a retail context in China: An empirical study*. *African Journal of Business Management*. Vol. 5, No. 16. Pp. 6738-6746.

## PENGEMBANGAN MODEL KONSEPTUAL PENILAIAN KUALITAS PRODUK PAKAIAN BERDASARKAN PERSEPSI KONSUMEN

Meiki Alfa Purnika<sup>1)</sup>, Naniek Utami Handayani<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

Email : [meikialfap@gmail.com](mailto:meikialfap@gmail.com)<sup>1)</sup>; [naniekh@yahoo.com](mailto:naniekh@yahoo.com)<sup>2)</sup>

### ABSTRAKS

Perkembangan fungsi dan gaya berpakaian berpengaruh pada perkembangan industri pakaian atau garmen. Kualitas produk garmen atau pakaian ini menjadi sangat penting agar perusahaan yang bergerak di bidang garmen dapat bertahan. Oleh karena itu, kualitas produk pakaian harus didasarkan pada persepsi konsumen. Penelitian ini mengembangkan model dari penelitian sebelumnya tentang persepsi kualitas produk pakaian. Dimensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *appearance* (tampilan), *performance* (keawetan), *brand image*, harga, kesesuaian, dan kenyamanan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengelompokkan indikator-indikator yang digunakan dalam penelitian ke dalam faktor yang tepat. Dengan menggunakan metode analisis faktor, didapatkan hasil bahwa *appearance*, *performance*, dan kenyamanan diklasifikasikan dalam 2 faktor dan dimensi *brand image*, harga, dan kesesuaian dikelompokkan dalam 1 faktor.

**Kata kunci:** Analisis Faktor, Kualitas Produk Pakaian, Persepsi Konsumen

### PENDAHULUAN

Pakaian menjadi sebuah kebutuhan sosial yang penting bagi masyarakat selain kebutuhan primer. Hal ini berarti masyarakat memanfaatkan pakaian bukan hanya sekedar untuk menutup dan melindungi tubuh namun juga memanfaatkannya untuk kepentingan sosial tertentu (Saricam, 2012). Model pakaian disesuaikan dengan aktivitas yang akan dilakukan oleh masyarakat. Lingkungan bisnis di bidang *fashion* pakaian terus berubah dan berkembang dari waktu ke waktu menyesuaikan perkembangan zaman dan selera masyarakat.

Perkembangan fungsi dan gaya berpakaian ini tentu berpengaruh pada perkembangan industri pakaian atau garmen. Perusahaan yang bergerak di bidang garmen tentunya tidak akan memproduksi pakaian yang sama dari waktu ke waktu. Industri garmen juga harus mengikuti perkembangan tren dan *fashion* saat ini. Di Indonesia, Industri garmen merupakan kunci dari peningkatan sumbangan industri tekstil, yang merupakan salah satu sektor andalan industri dalam mendorong pertumbuhan perekonomian nasional. Berdasarkan data dari Asosiasi Produsen Synthetic Fiber Indonesia (Apsyfi), konsumsi garmen nasional bisa mencapai 1,53 juta ton dengan populasi penduduk yang mencapai 240 juta orang. Dengan adanya perkembangan *fashion* dan pertumbuhan penduduk yang meningkat, sudah tentu industri garmen ini akan berkembang.

Persaingan Industri garmen di Indonesia baik untuk *brand* lokal maupun *brand* asing akan semakin tinggi dengan adanya ASEAN Economic Community (AEC) 2015. Sistem Perdagangan bebas yang digagas melalui AEC 2015 ini menghapuskan dan menurunkan sistem tarif secara signifikan dan menghapuskan hambatan non-tarif sesuai skema AFTA. Hal ini berarti industri garmen akan bersaing tidak hanya di dalam negeri saja namun juga bersaing dengan industri di seluruh negara ASEAN. Kualitas produk garmen atau pakaian ini menjadi sangat penting agar perusahaan yang bergerak di bidang garmen dapat bertahan menghadapi persaingan yang semakin ketat. Oleh karena itu, penentuan selera dan pilihan konsumen dengan pemahaman mengenai persepsi kualitas pakaian merupakan poin penting yang menjadi perhatian.

Persepsi kualitas produk pakaian berfokus pada informasi ekstrinsik dan intrinsik pakaian yang digunakan konsumen dalam mengevaluasi produk. Informasi ekstrinsik merupakan informasi non fisik yang meliputi *brand*, harga maupun toko tempat pakaian tersebut dijual sedangkan informasi ekstrinsik merupakan informasi fisik produk pakaian seperti struktur dan jenis kain (Swinker dan Hines, 2005). Persepsi dan pilihan konsumen mengenai suatu produk pakaian dapat berdampak pada keputusan pembelian produk tersebut dan bisa mempengaruhi profit perusahaan.

Menurut Saricam dkk (2012), terdapat tiga kelompok faktor mengenai atribut produk pakaian yang dapat digunakan dalam mengevaluasi kualitas produk pakaian berdasarkan persepsi konsumen yaitu *performance*, *value*, dan estetika. *Performance* atau keawetan berhubungan dengan durasi suatu produk

dapat bertahan dalam kondisi yang baik yang meliputi jahitan dan kondisi kancing atau resleting yang baik. Value berhubungan dengan penilaian umum suatu produk oleh masyarakat seperti harga dan *image* suatu produk. Estetika berhubungan dengan keindahan produk pakaian yang meliputi tren, *style* dan kesesuaian produk pakaian. Berdasarkan hal ini, terdapat lima dimensi kualitas produk berdasarkan persepsi konsumen yang dapat mempengaruhi keputusan pembelian konsumen yaitu *Durability and performance*, *Brand name or image*, harga, *Fashion or trendiness*, dan *Style and fit* (Saricam, 2012).

Peneliti akan mengembangkan model yang digunakan Saricam (2012) dalam mengevaluasi kualitas produk pakaian berdasarkan persepsi konsumen. Peneliti akan menggunakan dimensi *performance*, *brand image*, harga, dan fit/kesesuaian seperti yang digunakan dalam penelitian Saricam (2012). Untuk dimensi *fashion/trendiness* dan *style* akan dikelompokkan menjadi satu dimensi baru yaitu *appearance*. Hal ini dikarenakan *style* dan *fashion/trendiness* sangat berhubungan. *Style* suatu pakaian dapat bergantung pada tren yang ada. Rayman dkk (2011) dalam penelitiannya, menjelaskan bahwa *style* dan *fashion* merupakan bagian dari keindahan tampilan suatu pakaian. Peneliti juga akan menambahkan satu dimensi kualitas pakaian yaitu kenyamanan. Berdasarkan penelitian Wu dan Delong (2006), kenyamanan merupakan dimensi kualitas pakaian yang paling banyak dipertimbangkan konsumen dalam membeli suatu pakaian. Oleh karena itu dimensi ini penting untuk dimasukkan ke dalam model penelitian. Berdasarkan hal itu peneliti akan menggunakan enam dimensi persepsi kualitas pakaian yaitu *Appearance*, *Performance*, *Brand Image*, Harga, Kesesuaian, dan Kenyamanan.

Peneliti ingin menganalisis variabel-variabel dalam enam dimensi persepsi kualitas produk pakaian yang diduga memiliki keterkaitan satu sama lain sehingga keterkaitan tersebut dapat dijelaskan dan dipetakan atau dikelompokkan pada faktor yang baru. Dengan menggunakan metode analisis faktor, diharapkan dapat dihasilkan pengelompokan faktor yang tepat untuk dimensi-dimensi persepsi kualitas pakaian.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Pengembangan Model Konseptual

Saricam dkk (2012) menjelaskan lima dimensi kualitas produk pakaian yang digunakan oleh konsumen dalam memilih pakaian yang akan dibeli. Dimensi-dimensi kualitas pakaian tersebut yaitu *Durability and performance*, *Brand name or image*, harga, *Fashion or trendiness*, dan *Style and fit*. Namun Wu dan Delong (2006) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kenyamanan merupakan dimensi yang paling banyak dipertimbangkan konsumen dalam melakukan pembelian pakaian. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan model dari kedua penelitian tersebut. Selain menggunakan model penelitian dari Saricam dkk (2012), akan ditambahkan dimensi kenyamanan ke dalam model. Berikut ini merupakan dimensi-dimensi persepsi kualitas pakaian yang digunakan dalam penelitian ini:

#### *Appearance*

Merujuk pada Kadolph (1998), *Appearance* adalah kondisi bagaimana produk itu terlihat dalam sebuah pandangan dari jarak dekat. *Appearance* meliputi persepsi warna, *fashion*, dan persepsi *style*. Dalam penelitian ini, Dimensi *Appearance* menggabungkan dimensi *Style* dan *Fashion/Trendiness* yang dikemukakan Saricam dkk (2012) menjadi satu dimensi.

#### *Performance/Keawetan*

Merujuk pada Saricam dkk (2012), *Performance* adalah daya tahan dari produk pakaian hingga pemilihan bahan yang tepat dan proses aplikasi yang tepat seperti aplikasi pelapisan pakaian, tenaga kerja yang baik, dan proses penyelesaian yang baik. Saricam (2012) dalam penelitiannya, *Performance* merupakan faktor terpenting yang paling diperhatikan konsumen dalam membeli pakaian.

#### *Brand Image*

Merujuk pada Saricam dkk (2012), *Brand image* merupakan penilaian umum dari masyarakat tentang kualitas suatu merek produk. Davis (1985) dalam d'Astous dan Saint-Louis (2005) menjelaskan bahwa *Brand image* memiliki pengaruh dalam persepsi kualitas pakaian. Dalam penelitiannya, Semakin baik *image* dari suatu *brand* maka persepsi konsumen tentang kualitas pakaian juga semakin baik.

#### *Harga*

Merujuk pada Saricam dkk (2012), Harga merupakan Salah satu atribut yang menunjukkan nilai suatu produk yang diungkapkan dalam satuan mata uang. Dalam penelitian Saricam (2012), harga merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi konsumen dalam membeli suatu pakaian.

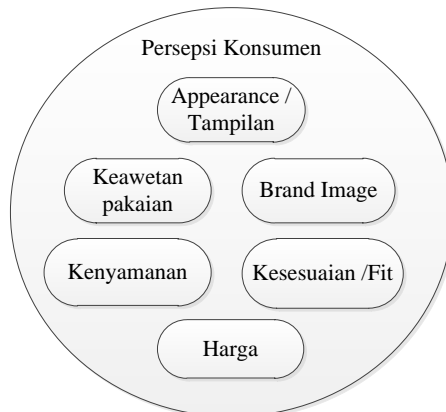
#### *Kesesuaian/Fit*

Merujuk pada Rayman dkk (2011), *Kesesuaian/Fit* merupakan kondisi sejauh mana pakaian sesuai dengan tubuh atau berbeda dari tubuh. Dalam penelitian yang dilakukan Saricam dkk (2012), *Fit* merupakan faktor penting yang digunakan konsumen dalam menilai kualitas produk pakaian.



### Kenyamanan

Merujuk pada Kadolph (1998), kenyamanan adalah interaksi positif antara produk pakaian dengan tubuh yang meliputi aspek- aspek yang berhubungan dengan fisik dan faktor psikologi. Dalam penelitian Wu dan Delong (2006), Kenyamanan menjadi dimensi yang paling banyak dipertimbangkan konsumen dalam membeli sebuah pakaian.



Gambar 1 Model Konseptual Penelitian

### Variabel dan Indikator

Berdasarkan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh indikator-indikator yang digunakan sebagai alat penilaian konsumen sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel1 Indikator Penilaian

Kode	Indikator
A1	Pengaruh idola tokoh yang dikagumi
A2	Pakaian merupakan model yang populer/terbaru
A3	Pakaian memiliki model dan desain menarik
A4	Model pakaian cocok untuk bentuk tubuh
A5	Kesukaan terhadap warna pakaian
A6	Kecocokan antara warna dan model pakaian
P1	Warna pakaian tidak berubah karena keringat
P2	Kain pakaian tidak mengkerut
P3	Kain tidak sobek saat digunakan
P4	Kain pakaian tidak kaku
P5	Kain tidak kusut setelah dicuci
P6	Kain tidak sobek saat dicuci
P7	Kancing atau resleting tidak rusak saat dicuci
P8	Elastisitas pakaian setelah dicuci
P9	Pakaian tidak berubah warna/luntur saat dicuci
B1	Kesenangan menggunakan pakaian dengan brand terkenal
B2	Kesenangan menggunakan pakaian dengan kualitas yang sudah diakui
B3	Pengalaman menggunakan brand tertentu
B4	Pakaian memiliki brand yang telah dikenal/diketahui
H1	Keterjangkauan harga
H2	Mencari harga terendah jika kurang mengerti kualitas pakaiannya
H3	Ada potongan harga walaupun sebelumnya tidak ingin membeli
F1	Bentuk jahitan pakaian memiliki ukuran yang longgar
F2	Bentuk jahitan pakaian memiliki ukuran yang sedikit lebih kecil dari ukuran konsumen
K1	Pakaian tidak panas dan hangat di tubuh
K2	Bahan pakaian yang halus di kulit
K3	Pakaian mendapat tanggapan baik dari orang
K4	Model pakaian cocok dipakai orang sebaya

## Survei Penelitian

Survei penelitian dilakukan terhadap 140 responden melalui kuesioner yang terdiri dari pertanyaan identitas seperti nama, usia, jenis kelamin, serta pendapatan dan 28 pertanyaan penelitian. Pertanyaan penelitian yang diajukan menggunakan skala likert dengan 4 skala poin yaitu sangat tidak setuju, tidak setuju, setuju, dan sangat setuju. Penyusunan kuesioner telah disesuaikan dengan butir-butir pertanyaan yang berdasarkan variabel-variabel yang diteliti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Faktor

Dalam melakukan pengolahan data menggunakan Analisis faktor, terdapat asumsi yang harus dipenuhi sebelumnya yaitu data atau sampel diasumsikan cukup dan terdapat korelasi antar variabel.

### Uji Asumsi

Uji Asumsi kecukupan data dilakukan dengan melihat nilai KMO dan uji Bartlett. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa semua variabel menunjukkan nilai KMO  $\geq 0,5$  dan tingkat signifikansi  $0,00 < 0,05$ , artinya data yang diperoleh dari penelitian ini lebih dari cukup dan layak untuk dianalisis dengan analisis faktor.

**Tabel 2 Nilai KMO dan Uji Barlett**

Variabel	KMO	nilai sig.
<i>Appearance</i>	0,677	0,00
<i>Performance/Keawetan</i>	0,811	0,00
Brand Image	0,711	0,00
Harga	0,522	0,00
<i>Kesesuaian/Fit</i>	0,500	0,00
Kenyamanan	0,546	0,00

Uji asumsi yang kedua adalah uji asumsi korelasi antar indikator penelitian. Nilai *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) menyatakan derajat korelasi antar indikator sehingga diketahui indikator-indikator yang dapat dianalisis lebih lanjut. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3 terlihat bahwa semua indikator memiliki nilai MSA lebih dari 0,5, artinya uji asumsi adanya korelasi antar indikator telah terpenuhi sehingga semua indikator dapat dianalisis lebih lanjut.

### Reduksi Faktor

Tahap selanjutnya dalam analisis faktor adalah menentukan nilai eigen dari masing-masing indikator. Nilai Eigen ini digunakan untuk mereduksi faktor-faktor yang ada sehingga dapat ditentukan jumlah faktor yang terbentuk menjadi faktor baru.

**Tabel 3 Hasil Perhitungan Matriks Anti-Image**

Dimensi	Komponen	Nilai MSA
<i>Appearance</i>	A1	0,553
	A2	0,534
	A3	0,662
	A4	0,630
	A5	0,730
	A6	0,691
<i>Performance/Keawetan</i>	P1	0,644
	P2	0,715
	P3	0,733
	P4	0,690
	P5	0,795
	P6	0,712
	P7	0,860
	P8	0,881
	P9	0,688
Brand Image	B1	0,789
	B2	0,770
	B3	0,807
	B4	0,822
Harga	H1	0,586
	H2	0,574
	H3	0,622

Kesesuaian/ <i>Fit</i>	F1	0,500
	F2	0,500
Kenyamanan	K1	0,517
	K2	0,584
	K3	0,615
	K4	0,569

*Dimensi Appearance*

Tabel 4 merupakan hasil perhitungan nilai eigen dari *Dimensi Appearance*. Tabel 4 menunjukkan terdapat 2 faktor atau komponen yang nilai eigennya lebih dari 1, yaitu komponen 1 dan 2, sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak dua faktor. Tabel 4 juga menjelaskan bahwa jika 2 komponen tersebut dijadikan dua faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 69,408%.

**Tabel 4 Hasil Perhitungan Nilai Eigen Dimensi *Appearance***

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	2.661	44.352	44.352
2	1.503	25.056	69.408
3	.828	13.801	83.209
4	.467	7.781	90.990
5	.303	5.051	96.041
6	.238	3.959	100.000

*Dimensi Performance/Keawetan*

Berikut Tabel 5 merupakan hasil perhitungan nilai eigen dari *Dimensi Performance/Keawetan*. Tabel 5 menunjukkan terdapat 2 faktor atau komponen yang nilai eigennya lebih dari 1, yaitu komponen 1 dan 2, sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak dua faktor. Tabel 5 juga menjelaskan bahwa jika 9 komponen tersebut dijadikan dua faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 54,560%.

**Tabel 5 Hasil Perhitungan Nilai Eigen Dimensi *Performance/Keawetan***

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	3.616	40.179	40.179
2	1.294	14.381	54.560
3	.916	10.174	64.734
4	.795	8.836	73.569
5	.706	7.843	81.413
6	.603	6.704	88.117
7	.498	5.536	93.653
8	.356	3.960	97.613
9	.215	2.387	100.000

*Dimensi Brand Image*

Berikut Tabel 6 merupakan hasil perhitungan nilai eigen dari *Dimensi Brand Image*. Tabel 6 menunjukkan terdapat 1 faktor atau komponen yang nilai eigennya lebih dari 1, yaitu komponen 1, sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak satu faktor. Tabel 6 juga menjelaskan bahwa jika 4 komponen tersebut dijadikan satu faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 72,048%.

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Nilai Eigen Dimensi *Brand Image***

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	2.882	72.048	72.048
2	.544	13.588	85.636
3	.316	7.910	93.546
4	.258	6.454	100.000

### Dimensi Harga

Berikut Tabel 7 merupakan hasil perhitungan nilai eigen dari Dimensi Harga. Tabel 7 menunjukkan terdapat 1 faktor atau komponen yang nilai eigennya lebih dari 1, yaitu komponen 1, sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak satu faktor. Tabel 7 juga menjelaskan bahwa jika 3 komponen tersebut dijadikan satu faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 51,899%.

**Tabel 7 Hasil Perhitungan Nilai Eigen Dimensi Harga**

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.557	51.899	51.899
2	.812	27.060	78.959
3	.631	21.041	100.000

### Dimensi Kesesuaian/Fit

Berikut tabel 8 merupakan hasil dari perhitungan nilai eigen dari Dimensi kesesuaian/fit. Tabel 8 menunjukkan terdapat 1 faktor atau komponen yang nilai eigennya lebih dari 1, yaitu komponen 1, sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak satu faktor. Tabel 8 juga menjelaskan bahwa jika 2 komponen tersebut dijadikan satu faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 87,219%.

**Tabel 8 Hasil Perhitungan Nilai Eigen Dimensi Kesesuaian/Fit**

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.744	87.219	87.219
2	.256	12.781	100.000

### Dimensi Kenyamanan

Berikut Tabel 9 merupakan hasil perhitungan nilai eigen dari Dimensi Kenyamanan. Tabel 9 menunjukkan terdapat 2 faktor atau komponen yang nilai eigennya lebih dari 1, yaitu komponen 1 dan 2, sehingga diperoleh jumlah faktor yang terbentuk adalah sebanyak dua faktor. Tabel 9 juga menjelaskan bahwa jika 4 komponen tersebut dijadikan dua faktor, maka faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 74,827%.

**Tabel 9 Hasil Perhitungan Nilai Eigen Dimensi Kenyamanan**

Komponen	Nilai Eigen		
	Total	% Variansi	% Kumulatif
1	1.901	47.519	47.519
2	1.092	27.308	74.827
3	.567	14.165	88.991
4	.440	11.009	100.000

### Pengelompokan Faktor

Pembagian indikator-indikator ke dalam kelompok faktor tertentu didasarkan pada nilai loading faktor dari faktor-faktor yang terbentuk dimana indikator memiliki nilai loading faktor  $\geq 0,5$  akan dimasukkan dalam faktor tersebut sedangkan untuk nilai loading faktor  $< 0,5$  diabaikan.

Indikator-indikator dalam dimensi *appearance* dikelompokkan menjadi 2 faktor sesuai dengan hasil reduksi faktor di pembahasan sebelumnya. Pada Tabel 10 dapat dilihat nilai loading faktor setiap indikator sehingga dapat ditentukan anggota dari setiap faktor yang terbentuk. Untuk faktor 1 terdiri dari indikator model dan desain menarik (A3), model pakaian cocok untuk bentuk tubuh (A4), kesukaan terhadap warna pakaian (A5), dan Kecocokan antara warna dan model pakaian (A6). Keempat indikator ini berhubungan dengan bentuk dan warna pakaian yang disukai sehingga faktor ini diberi nama kesukaan terhadap model dan warna pakaian. Sedangkan untuk faktor 2 terdiri dari indikator pengaruh idola tokoh yang dikagumi (A1) dan pakaian merupakan model yang populer/terbaru (A2). Faktor kedua ini diberi nama *fashion*/tren pakaian yang ada.

**Tabel 10 Matriks Rotasi Komponen Dimensi Appearance**

Kode	komponen	
	1	2
A1	.094	.908
A2	.094	.913
A3	.830	.214
A4	.774	.121
A5	.780	-.056
A6	.722	.082

Indikator-indikator yang ada dalam dimensi *performance*/keawetan dikelompokkan dalam 2 faktor. Berdasarkan Tabel 11, faktor 1 terdiri dari indikator Warna pakaian tidak berubah karena keringat (P1), Kain pakaian tidak mengkerut (P2), Kain tidak sobek saat digunakan (P3), dan Kancing atau resleting tidak rusak saat dicuci (P7). Keempat faktor ini berhubungan dengan daya tahan pakaian sehingga faktor 1 diberi nama daya tahan dan durasi pakaian tetap dalam kondisi terbaik. Sedangkan faktor kedua terdiri dari Kain pakaian tidak kaku (P4), Kain tidak sobek saat dicuci (P6), Elastisitas pakaian setelah dicuci (P8), dan Pakaian tidak berubah warna/luntur saat dicuci (P9). Keempat faktor ini berhubungan dengan daya tahan pakaian saat dicuci sehingga Faktor 2 diberi nama keawetan pakaian dalam proses pencucian.

**Tabel 11 Matriks Rotasi Komponen Dimensi Performance**

Kode	komponen	
	1	2
P1	.114	.878
P2	.098	.799
P3	.401	.597
P4	.693	.200
P5	.481	.459
P6	.774	.238
P7	.132	.569
P8	.599	.079
P9	.791	.096

Semua indikator dalam dimensi *brand image* dapat dikelompokkan dalam satu faktor yang dapat dilihat pada Tabel 12 dimana semua indikator memiliki nilai loading faktor > 0,5. Faktor ini diberi namaketetapan *brand* pakaian yang dipakai

**Tabel 12 Matriks Komponen Brand Image**

Kode	komponen
	1
B1	.874
B2	.888
B3	.813
B4	.817

Semua indikator dalam dimensi harga dapat dikelompokkan dalam satu faktor yang dapat dilihat pada Tabel 13 dimana semua indikator memiliki nilai loading faktor > 0,5. Faktor ini diberi nama keterjangkauan harga pakaian.

**Tabel 13 Matriks Komponen Dimensi Harga**

Kode	Komponen
	1
H1	.743
H2	.777
H3	.634

Semua indikator dalam dimensi kesesuaian dapat dikelompokkan dalam satu faktor yang dapat dilihat pada Tabel 14 dimana semua indikator memiliki nilai loading faktor > 0,5. Faktor ini diberi nama kesesuaian ukuran pakaian dengan tubuh.

**Tabel 14 Matriks Komponen Dimensi Kesesuaian**

Kode	Komponen	
	1	
F1	.934	
F2	.934	

Indikator-indikator yang ada dalam dimensi kenyamanan dikelompokkan dalam 2 faktor. Berdasarkan Tabel 15, faktor 1 terdiri dari indikator Pakaian mendapat tanggapan baik dari orang lain (K3) dan Model pakaian cocok digunakan untuk orang sebaya (K4). Faktor ini diberi nama kenyamanan psikologi saat menggunakan pakaian. Sedangkan faktor kedua terdiri dari indikator Pakaian tidak panas dan hangat di tubuh (K1) dan Bahan pakaian yang halus di kulit (K2) sehingga faktor kedua diberi nama kenyamanan bahan pakaian.

**Tabel 15 Matriks Rotasi Komponen Dimensi Kenyamanan**

Kode	Komponen	
	1	2
K1	-.054	.902
K2	.354	.769
K3	.840	.079
K4	.856	.126

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa dari keseluruhan dimensi yang telah diteliti menunjukkan bahwa nilai KMO  $\geq 0,5$  dan tingkat signifikansi  $< 0,05$  sehingga data layak untuk dianalisis lebih lanjut. Semua atribut memiliki nilai MSA lebih dari sama dengan 0,5, artinya tidak ada atribut yang dikeluarkan dari analisis sehingga atribut dapat digunakan.

Pada dimensi *appearance*, hasil perhitungan menunjukkan bahwa diperoleh jumlah faktor sebanyak 2, faktor tersebut mampu menjelaskan ragam dari komponen sebesar 63,471%. Faktor 1 diberi nama kesukaan terhadap model dan warna pakaian dan faktor 2 diberi nama *fashion*/tren pakaian yang ada. Hasil perhitungan pada dimensi *Performance*/Keawetan menunjukkan bahwa faktor yang diperoleh sebanyak 2 faktor, kedua faktor tersebut mampu menjelaskan ragam komponen sebesar 53,781%. Faktor 1 diberi nama daya tahan dan durasi pakaian tetap dalam kondisi terbaik dan faktor kedua diberi nama keawetan pakaian dalam proses pencucian. Jumlah faktor yang diperoleh pada dimensi *Brand Image* yaitu sebanyak 1, faktor tersebut mampu menjelaskan ragam komponen sebesar 60,689% dan diberi nama ketenaran *brand* pakaian yang dipakai. Pada dimensi harga menunjukkan bahwa jumlah faktor yang diperoleh sebanyak 1, faktor tersebut mampu menjelaskan ragam komponen sebesar 49,114% dan diberi nama keterjangkauan harga pakaian. Kemudian hasil perhitungan pada variabel kesesuaian/*fit*, jumlah faktor yang diperoleh sebanyak 1, faktor tersebut mampu menjelaskan ragam komponen sebesar 80,812 % dan diberi nama kesesuaian ukuran pakaian dengan tubuh. Sedangkan pada dimensi kenyamanan, jumlah faktor yang diperoleh sebanyak 2 faktor, kedua faktor tersebut mampu menjelaskan ragam komponen sebesar 73,944 %. Faktor 1 diberi nama kenyamanan psikologi saat menggunakan pakaian dan faktor 2 diberi nama kenyamanan bahan pakaian.

## PUSTAKA

- D'Astous, A. dan Saint-Louis, O. (2005). *National versus store brand effect on consumer evaluation of a garment*. Journal of Fashion Marketing and Management. Vol. 9, No. 3. Pp. 306-317.
- Kadolph, S.J., (1998), *Quality assurance for textiles and apparel*, New York: Fairchild Publications.
- Rayman, D. dkk. (2011). *Apparel product quality: Its nature and measurement*. Journal of Global Academy of Marketing Science. Vol. 21, No. 1. Pp. 66-75.
- Saricam, C. dkk. (2012). *Apparel product evaluation and quality perception of turkish consumers*. RMUTP International Conference: Textiles and Fashion.
- Swinker, Mary E. dan Hines, Jean.D. (2005). *Understanding consumers' perception of clothing quality: a multidimensional approach*. International Journal of Consumer Studies. Vol. 2, No. 30. Pp. 218-223.
- Wu, J. dan Delong, M. (2006). *Chinese perceptions of western-branded denim jeans: a Shanghai case study*. Journal of Fashion and Marketing Management. Vol. 10, No. 2. Pp. 238-250.

## PENGEMBANGAN MODEL KOORDINASI RELAWAN DENGAN PENDEKATAN AGENT BASED MODEL

Aprilla Warlisia Sandana<sup>1</sup>, Bertha Maya Sopha<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No.2 Yogyakarta 55281

E-mail: : up\_real614@yahoo.com

### ABSTRAKS

Kondisi tanggap darurat adalah bagian dari skenario pada fase bencana. Kepedulian relawan belum dapat bersinergi dengan baik terhadap profesionalisme kinerja lembaga pemerintah dalam penanganan korban bencana. Saat ini, belum ada jenis dan mekanisme pendistribusian informasi yang efektif untuk meningkatkan sistem koordinasi relawan pada periode tanggap darurat. Penelitian ini memberikan simulasi dan evaluasi tentang mekanisme dan jenis informasi dalam suatu sistem koordinasi dengan membangun beberapa skenario. Pemodelan menggunakan Agent Based Model yang memanfaatkan aplikasi software NetLogo. Parameter yang digunakan diantaranya adalah jumlah dan tingkat permintaan dari korban dan kapasitas relawan berdasarkan fungsi waktu. Pada fase awal bencana terjadi peningkatan permintaan dan penurunan kapasitas. Permintaan akan menurun pada fase berikutnya sampai akhir periode masa tanggap darurat. Dinamika yang terjadi pada permintaan dengan kapasitas dipengaruhi oleh informasi yang diterima. Grafik hasil simulasi menunjukkan rata-rata tingkat permintaan korban yang belum terpenuhi berdasarkan mekanisme distribusi informasi. Skenario dengan model sentralisasi memberikan hasil yang lebih baik karena permintaan akan lebih banyak terpenuhi relatif terhadap pola desentralisasi. Relawan lebih leluasa bergerak menuju daerah yang memiliki tingkat permintaan yang tinggi. Pemenuhan permintaan dari korban tersebut relatif lebih cepat dilakukan. Mekanisme penyebaran informasi yang terpusat tidak membuat batasan pada daerah-daerah tertentu, sehingga setiap daerah yang terkena bencana dapat didatangi relawan dari berbagai macam posisi.

**Kata Kunci:** informasi, sistem koordinasi, relawan, agent based model, sentralisasi, desentralisasi

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang rentan terhadap bencana alam, mengingat kondisi geografis dan geologis yang dimiliki. Banjir, tanah longsor, kekeringan, kebakaran hutan, badai, angin puting beliung, gelombang laut tinggi, gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, wabah penyakit, dan kerusakan bahkan sampai dengan perang saudara adalah jenis bencana-bencana yang pernah melanda Indonesia. Mengingat hal tersebut, maka Indonesia harus memiliki sebuah sistem yang dapat terintegrasi dengan baik dan komprehensif dalam hal penanggulangan bencana alam yang terjadi. Hingga saat ini, masih banyak ditemukan kelemahan-kelemahan dalam praktik penanggulangan bencana di Indonesia. Fase respon atau fase tanggap darurat yang seharusnya membutuhkan suatu sistem yang terintegrasi sering kali terabaikan. Setiap kesalahan dalam sistem pada fase yang singkat ini, akan berimbas pada peningkatan signifikan dari jumlah korban maupun kerugian material yang ditimbulkan. Pada hakekatnya operasi bantuan bencana bukan saja menggerakkan barang ke para korban tetapi juga pergerakan relawan (manusia). Relawan dapat bergerak seefektif mungkin berdasarkan informasi yang mereka terima. Permintaan yang datangnya dari para korban tersebut hendaknya bisa seimbang dengan kapasitas sumber daya yang dimiliki oleh relawan. Oleh sebab itu perlu adanya proses inventarisasi untuk mengetahui kemampuan relawan dalam memberikan bantuan. Diharapkan dengan adanya analisis jenis informasi dan kejelasan mekanisme penyebaran informasi dapat mengatasi permasalahan dinamika yang terjadi antara permintaan dari korban dengan kapasitas yang dimiliki oleh para relawan. Segala proses tersebut dapat teroganisir dengan baik melalui koordinasi yang baik diantara para relawan sehingga seluruh korban pun dapat tertangani dengan cepat dan tepat.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mensimulasikan jenis dan mekanisme pendistribusian informasi dengan mengeksplorasi dinamika hubungan permintaan korban bencana terhadap kapasitas sumber daya para relawan selama masa waktu tanggap darurat.

## KAJIAN PUSTAKA

Permasalahan dalam penanganan bencana merupakan hal yang sangat kompleks karena segala kejadian tidak dapat diprediksi, seperti jenis bantuan, besarnya bencana, kemampuan dari masing-masing relawan dan sebagainya. Untuk menghadapi persoalan dinamika dalam suatu lingkungan yang kompleks, diperlukan suatu informasi yang efektif dan terintegrasi dengan baik. Hal itu dilakukan agar informasi dapat dengan mudah diakses oleh para relawan yang terlibat dalam penanganan bencana, Turoff (2004). Dalam fase tanggap darurat yang perlu diperhatikan adalah masalah waktu. Seberapa cepat suatu informasi dapat diterima kemudian disebarakan ke para relawan, Horan dan Marich, (2006).

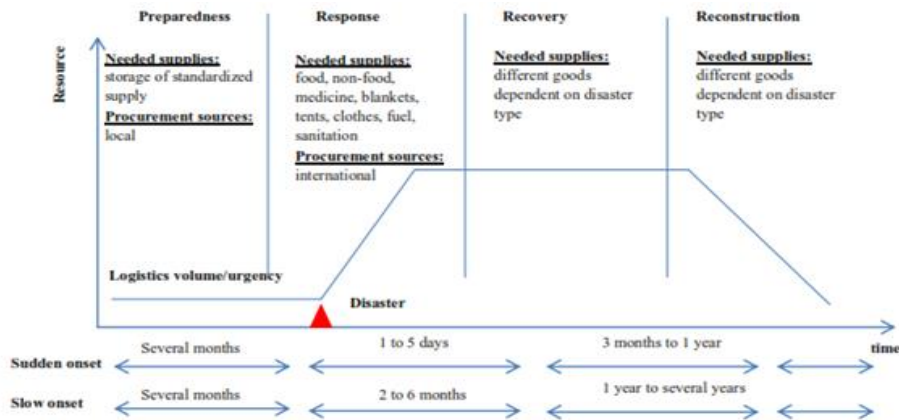
Beberapa kajian pustaka dari peneliti lain tentang koordinasi dalam hal transportasi pendistribusian bantuan dengan membandingkan proses pendistribusian secara sentralisasi dengan desentralisasi juga dilakukan diantaranya adalah Doliskaya dkk, (2011). Oloruntoba dan Gray (2006) melakukan penelitian pada strategi *agile supply chain* dalam operasi bantuan kemanusiaan.

Teknik pengambilan keputusan dengan menggunakan metode optimasi diperlukan untuk membantu dalam hal perhitungan optimalisasi segala kegiatan yang terjadi selama periode tanggap darurat. Perhitungan dapat menggunakan metode seperti *Fuzzy logic* Falasca (2009). Pendekatan dengan Riset Operasi (*Operational Research, OR*) dan Ilmu Manajemen (*Management Science, MS*) juga dapat dilakukan untuk mendapatkan efisien dan optimalisasi dalam memecahkan masalah distribusi logistik dan penugasan kemanusiaan berdasarkan percepatan respon bencana serta proses pemulihan, Aman dkk, (2011). Selain itu, pendekatan sistem dinamik dalam optimalitas suatu pendistribusian bantuan kebencanaan juga telah dilakukan Cuervo dkk, (2008) dan Besiou dkk, (2004). Pendekatan simulasi digunakan untuk memahami aliran bahan dan aliran informasi dari sistem logistik bantuan bencana. Untuk fase tanggap darurat yang lebih penting adalah bagaimana mengetahui posisi korban dan para relawan yang memberikan bantuan sehingga dapat dipelajari pola interaksi yang terjadi. Sebagian besar penelitian dengan menggunakan simulasi juga memfokuskan diri pada persoalan evakuasi korban bencana seperti yang telah dilakukan Crooks dan Wise (2013). Pemetaan posisi korban untuk evakuasi juga telah dilakukan, salah satunya oleh Turner (2011) yang menggunakan metode berbasis agen atau biasa dikenal dengan *agent based model*.

*Agent Based Modeling (ABM)* merupakan suatu metode untuk mempelajari suatu sistem yang terdiri dari *agent* yang saling berinteraksi dan memunculkan sifat baru karena interaksi tersebut, dimana sifat baru yang muncul tersebut tidak bisa disimpulkan secara sederhana dengan mengagregatkan sifat yang dimiliki oleh *agent*, Axelroad dan Tesfotsion (2006). Agen merupakan bagian yang berbeda dari sebuah program yang digunakan untuk mewakili pelaku sosial atau individu, organisasi seperti perusahaan, atau badan-badan seperti negara atau bangsa. Agen memiliki atribut seperti ; mengalami proses belajar, memiliki memori sehingga mudah beradaptasi, dan reproduksi, dari interaksi antar agen dan agen dengan lingkungan akan memunculkan sifat baru yang disebut *emergence properties*. Salah satu *software* yang digunakan dalam memodelkan dengan menggunakan ABM adalah NetLogo. NetLogo merupakan program yang digunakan untuk mensimulasikan fenomena alam dan sosial. NetLogo sangat cocok untuk pemodelan sistem yang kompleks yang berkembang dari waktu ke waktu dengan bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan sangat sederhana. Hal ini memungkinkan untuk mengeksplorasi hubungan antara perilaku mikro-tingkat individu dan pola tingkat makro yang muncul dari interaksi mereka.

Teori dan konsep manajemen bencana (*disasters management*) meliputi beberapa tahapan, yaitu: tahap tanggap darurat (*response phase*), tahap rekonstruksi dan rehabilitasi, tahap preventif dan mitigasi serta tahap kesiapsiagaan (*preparedness*). Upaya penanggulangan bencana harus didukung oleh suatu sistem informasi yang memadai. Tanggap bencana merupakan situasi yang membutuhkan sistem informasi yang saling terintegrasi diantara para pelaku kemanusiaan seperti menyediakan barang dan jasa untuk mereka yang terkena dampak dari suatu peristiwa. Gambar 1 berikut menggarisbawahi kebutuhan spesifik, jumlah logistik dan tingkat urgensi, durasi, serta berbagai perlengkapan dan perubahan lokasi pengadaan yang mengacu secara spesifik pada fase bencana, Balcik dkk, (2010).





Gambar 1 Fase-fase Bencana, Baumgarten (2010)

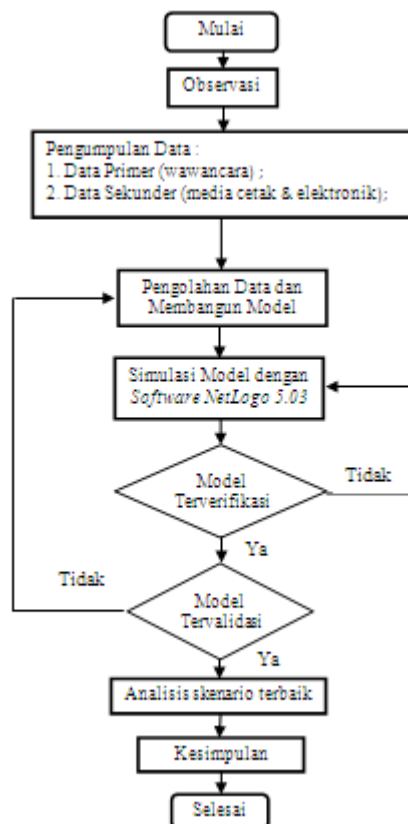
## METODE PENELITIAN

### • Obyek Penelitian

Penelitian ini mensimulasikan jenis dan mekanisme pendistribusian informasi dengan mengeksplorasi dinamika hubungan permintaan korban bencana terhadap kapasitas sumber daya para relawan selama masa waktu tanggap darurat. Untuk membangun model simulasi ini digunakan obyek relawan. Permodelan mengkaji interaksi yang terjadi antar relawan yang terlibat dalam kegiatan tanggap darurat dan interaksi relawan pada lingkungan bencana.

### • Tahapan Penelitian

Penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang digambarkan dalam diagram alir penelitian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a) Karakteristik Sistem

Model dibangun dari permasalahan dalam sistem lingkungan bencana yang sangat kompleks, dimana kemungkinan kejadian apa saja yang akan terjadi tidak dapat diprediksi. Penelitian ini secara garis besar membahas bagaimana mekanisme distribusi dan jenis-jenis informasi dikembangkan sebagai suatu model informasi yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan sistem koordinasi relawan terhadap aktivitas tanggap bencana. Model tersebut dikembangkan berdasarkan prinsip-prinsip *Agent Based Model* (ABM). Dari permodelan ini menghasilkan suatu kinerja sistem yaitu berupa dinamika yang terbentuk antara tingkat permintaan (*demand*) dari korban bencana terhadap tingkat kapasitas (*capacity*) dari relawan. Dalam memodelkan terlebih dahulu dilakukan identifikasi jenis informasi sebagai inputan model yaitu berupa dua skenario informasi (sentralisasi dan desentralisasi). Dua skenario tersebut dibedakan berdasarkan pola sistem informasi yang dikembangkan, baik terpusat (sentralisasi) ataupun per daerah (desentralisasi)..

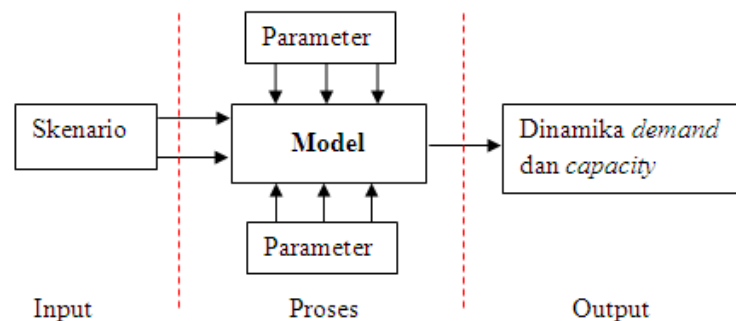
Model skenario sentralisasi menggambarkan pergerakan relawan secara acak. Posisi agen berada menyebar diseluruh wilayah atau daerah bencana. Selanjutnya relawan bergerak secara acak mencari daerah yang rusak untuk memberikan pertolongan berdasarkan sumber daya yang mereka miliki. Semua agen bergerak berdasarkan satu pusat informasi (sentralisasi) sehingga semua komando atau jenis perintah sama untuk semua agen.

Pada skenario ke dua dibangun model pergerakan agen masih secara acak. Wilayah atau daerah bencana akan dikelompokkan menjadi 4 kuadran. Masing-masing agen pada tiap-tiap kuadran memiliki jumlah yang sama. Satu kuadran terdiri dari 4 agen dengan jumlah *demand* tetap ditentukan sebesar 300. Masing-masing agen diberi warna yang berbeda untuk memudahkan proses identifikasi. Agen pada kuadran 1 berwarna coklat dan menempati posisi koordinat x positif dan y positif. Agen pada kuadran 2 berwarna kuning dan menempati posisi x negatif dan y positif. Agen kuadran 3 berwarna biru dan menempati koordinat x positif dan y negative. Terakhir, agen pada posisi kuadran 4 berada pada koordinat x negatif dan y negatif. Agen dari masing-masing kuadran akan bergerak acak di sekitar radius wilayah kuadran mereka masing-masing. Agen tidak akan bergerak keluar radius wilayah kuadran mereka karena identifikasi informasi bersifat desentralisasi. Masing-masing wilayah terdapat beberapa daerah rusak yang terkena bencana. Dengan demikian maka permintaan bantuan korban akan bervariasi, tergantung pada jumlah daerah yang rusak di wilayah tersebut.

Beberapa parameter yang digunakan dalam model ini, diantaranya adalah:

1. Jumlah daerah bencana (*Damage site*),
2. *Rate of capacity*,
3. *Rate of demand*,
4. Jumlah relawan (*Volunteer*),
5. Jumlah kapasitas awal (*First capacity*),
6. Jumlah permintaan awal (*First demand*),

Kinerja dari informasi yang telah dikembangkan disajikan dalam bentuk grafik simulasi dinamika pergerakan permintaan (*demand*) terhadap kapasitas (*capacity*). Grafik-grafik tersebut merupakan keluaran-keluaran (*output*) dari model informasi yang dikembangkan. Selanjutnya berdasarkan keluaran tersebut maka dapat dilakukan analisis terhadap pola koordinasi relawan. Secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Karakterisasi Sistem

### b) Protokol *Overview, Design concepts, and Details* (ODD)

Pada pemodelan berbasis *agent*, salah satu cara untuk menggambarkan dan merumuskan model simulasi adalah dengan menggunakan Protokol ODD (*Overview, Design concepts, and Details*). Protokol ODD memungkinkan kita untuk menduplikasi model tersebut dan mereplikasi hasilnya.

1. *Purpose*

Tujuan dari model ini yaitu untuk mensimulasikan jenis dan mekanisme pendistribusian informasi dengan mengeksplorasi dinamika hubungan permintaan korban bencana terhadap kapasitas sumber daya para relawan selama masa waktu tanggap darurat. Informasi yang tepat dapat meningkatkan koordinasi antar relawan/organisasi.

2. *Entities, state variables, dan scales*

a. *Entities* ; - Organisasi-organisasi kemanusiaan/ relawan (agen)  
- Daerah yang rusak terkena bencana/*Damage site*

b. *State variables* ;

Masing-masing entitas memiliki atribut seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. Tabel State Variables**

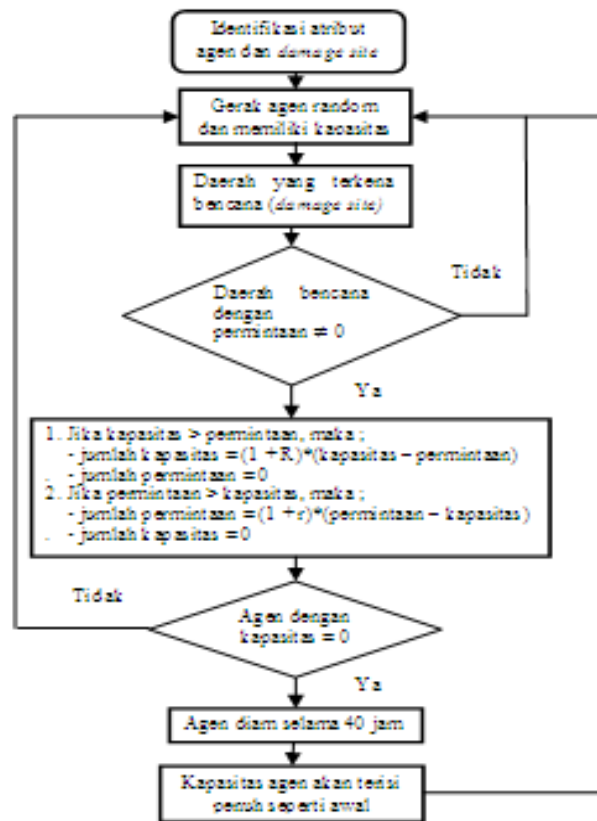
<i>Atribut Agent</i>		
<i>Variable</i>	<i>Variable type</i>	<i>Initialization</i>
<i>Capacity</i>	<i>Dynamic</i>	Masing-masing agen memiliki kapasitas awal = 300 / Jumlah kapasitas.
<i>Waiting Time</i>	<i>Dynamic</i>	Agen memiliki waktu tunggu, yaitu pada saat kapasitas telah habis, kapasitas = 0. Agen akan diam selama 40 jam, setelah itu kapasitas akan terisi lagi sma dengan jumlah sama dengan kapasitas awal.
<i>Atribut Damage site</i>		
<i>Variable</i>	<i>Variable type</i>	<i>Initialization</i>
<i>Demand</i>	<i>Dynamic</i>	Daerah-daerah yang rusak ( <i>damage site</i> ) terkena bencana memiliki nilai berupa <i>demand</i> , dimana nilai awal <i>demand</i> = 1000/Jumlah <i>damage site</i> .

c. *Scale* ; Periode waktu simulasi masa tanggap darurat = 60 hari,  
dimana tiap satu kali pergerakan agen pada model 1 *tick* = 8 jam  
3 *tick* = 1 hari

Jadi lamanya waktu simulasi 60 hari = 180 *tick*.

3. *Process overview dan scheduling*

Agen akan memilih daerah yang akan dituju dengan mempertimbangkan jenis dan mekanisme penyebaran informasi. Berdasarkan jenis dan mekanisme informasi tersebut, dibuat beberapa skenario untuk menentukan arah pergerakan agen. Selanjutnya dari informasi tersebut agen akan bergerak menuju daerah-daerah tersebut untuk memberikan bantuan sesuai dengan kapasitas yang mereka miliki. Adapun setiap *time step* perilaku agen dalam simulasi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Model

#### 4. Design Concepts

- *Basic principles*

Prinsip dasar yang ditujukan pada permodelan ini adalah pergerakan setiap agent (relawan) menuju titik-titik daerah yang rusak yang terkena bencana untuk memenuhi permintaan korban bencana.

Berikut beberapa prinsip yang digunakan agen dalam berinteraksi dengan daerah yang terkena bencana untuk memenuhi permintaan korban. Permintaan akan menurun seiring dengan datangnya agen ke daerah yang terkena bencana untuk memberi bantuan. Peningkatan permintaan dari korban mengikuti formulasi Persamaan 5.1. dengan estimasi peningkatan *demand of rate* ( $r$ ) = 0, 01. Agen yang memiliki kapasitas = 0 akan diam selama hitungan 5 langkah (*tick*) kemudian kapasitas agen akan terisi lagi seperti kondisi awal. Berikut beberapa notasi pendukung dalam model seperti besarnya bencana pada awal kejadian dilambangkan dengan  $C$  dan jumlah daerah yang terkena bencana pada suatu kejadian dilambangkan dengan  $N_d$  (terletak secara acak).

Jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk bertemu *demand* pada daerah bencana dilambangkan dengan  $D_{ij}^t$ , yang mana berarti pada daerah  $i, j$  dibutuhkan sumber daya sejumlah  $D$  pada waktu  $t$ .

Adanya pengaruh dari peningkatan permintaan mengakibatkan kapasitas agen berkurang. Hubungan ini dapat diformulasikan sesuai dengan Persamaan (1) :

$$D^{t+1}_{ij} = (1 + r)(D^t_{ij} - S^t_{ij}) \quad (1)$$

dimana :

$r$  = pertumbuhan *rate of demand* karena pengaruh kerusakan pada daerah bencana.

$S^t_{ij}$  = persediaan sumber daya sebagai respon agen yang berada pada daerah  $i, j$  dan pada waktu  $t$ .

Permintaan tidak akan naik secara terus-menerus, tetapi ada batasan maksimum untuk level *demand*.

Setiap agen bergerak mengelilingi daerah untuk mencari daerah yang terkena dampak langsung bencana. Ketika agen menemukan daerah tersebut, mereka akan mengalokasikan kapasitas sumber daya untuk membantu daerah tersebut. Berdasarkan asumsi ini, kapasitas agen pada daerah  $i, j$  di waktu  $t$ , dapat diformulasikan sesuai dengan Persamaan (2):

$$S^{t+1}_{ij} = (1 + R)(S^t_{ij} - D^t_{ij}) \quad (2)$$

dimana :

$R$  = Pertumbuhan *rate of capacity* yang datang dari bantuan luar.

Jika persediaan kapasitas agen jumlahnya lebih kecil dari permintaan, dapat diformulasikan sesuai dengan Persamaan (3) :

$$S_{ij}^t < D_{ij}^t \quad (3)$$

maka nilai kapasitas diatur menjadi,  $S_{ij}^{t+1} = 0$

Bila kapasitas agen telah habis atau sama dengan 0, maka agen akan diam sejenak beberapa waktu untuk menunggu tambahan kapasitas dari bantuan luar. Pada saat agen telah mengalokasikan seluruh kapasitasnya, maka kapasitasnya akan menjadi 0 sehingga membuat agen tidak dapat bergerak sehingga pelu diisi ulang dengan mendapatkan bantuan dari agen luar lainnya yang tentunya membutuhkan waktu yang diestimasikan selama 40 jam, barulah agen mendapatkan kapasitas baru yang besarnya sama dengan kapasitas awal. Proses akan berlangsung secara terus menerus sampai permintaan terpenuhi dan ketersediaan sumber daya tidak surplus.

- *Emergence*

*Emergence* yang dihasilkan adalah grafik rata-rata jumlah permintaan korban yang belum terpenuhi (Gambar 6 dan Gambar 7). Sejak awal kejadian  $t = 0$  ( $tick = 0$ ) sampai  $t = 60$  hari ( $tick = 180$ ) ke depan sesuai dengan periode masa tanggap darurat. Rata-rata jumlah permintaan akan meningkat pada fase awal bencana. Selanjutnya jumlah permintaan akan menurun sampai akhir periode masa tanggap darurat.

- *Sensing*

Penginderaan itu penting, agen diasumsikan mampu mengidentifikasi jarak terpendek menuju daerah yang rusak dan tingkat keparahan dari daerah yang rusak terkena bencana.

- *Interaction*

Model mencakup interaksi antara agen dengan lingkungannya yaitu daerah yang tertimpa bencana. Bentuk interaksi yaitu dalam hal ini memberikan bantuan dengan cara mengalokasikan sejumlah kapasitas yang dimiliki agen untuk memenuhi permintaan bantuan dari korban pada daerah tersebut

- *Observation.*

Ada dua plot yang digunakan untuk pengamatan. Rata-rata jumlah permintaan yang belum terpenuhi dan jumlah kapasitas relawan sampai akhir masa periode tanggap darurat. Data dari rata-rata jumlah jumlah permintaan digunakan untuk mengukur seberapa besar efektifitas informasi yang digunakan untuk setiap skenario pada model.

## 5. Initialization

Besarnya awal bencana diasumsikan bernilai 1000 unit, yang mana menggambarkan besarnya wilayah/keseluruhan daerah. Daerah-daerah yang terkena bencana terletak secara acak dengan alokasi 40 % dari luas seluruh wilayah. Jadi jumlah daerah yang terkena bencana sekitar 40 daerah. Agen hanya memiliki total kapasitas 30 % dari besarnya bencana sehingga total kapasitas untuk seluruh relawan adalah 300 unit.

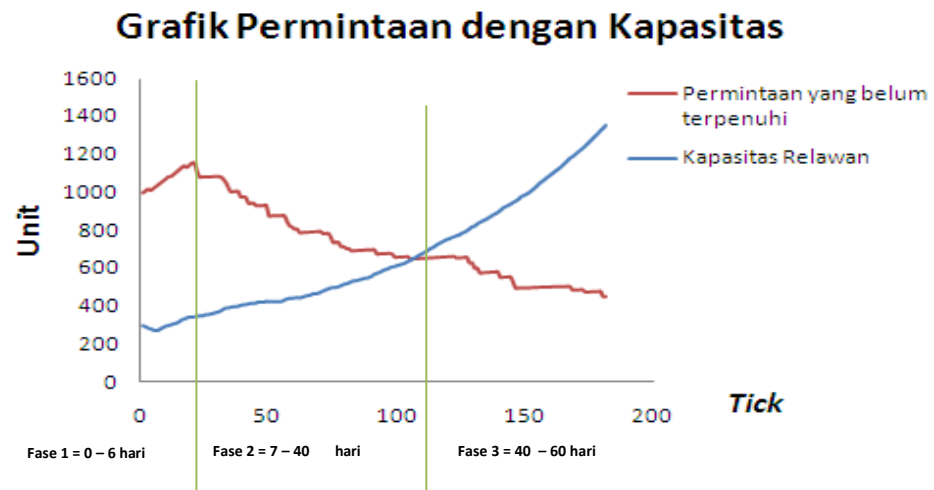
*Initial* waktu adalah  $t = 0$  sampai dengan  $t = 60$  dengan satuan adalah hari. Dalam simulasi diawali dengan  $tick = 0$  sampai  $tick = 180$  karena 1 hari = 3 *tick*.

Untuk periode masa tanggap darurat bencana disesuaikan dengan jenis bencana dan dampak yang ditimbulkannya. Pada umumnya masa tanggap darurat terjadi selama 14 hari, tetapi untuk beberapa bencana yang besar, masa tanggap akan diperpanjang per 2 minggu berdasarkan peraturan pemerintah (UU No.24 Tahun 2007) dan bisa menjadi hingga 2 bulan (bisa dilihat pada Gambar 1.). Perpanjangan masa tanggap darurat ditentukan oleh pemerintah daerah setempat atas persetujuan pemerintah pusat.

**Tabel 2. Periode Tanggap Darurat, Baumgarten [13]**

Periode tanggap darurat	Keterangan
Fase 1 = 1 - 6 hari	Terjadi peningkatan permintaan
Fase 2 = 7 - 40 hari	Permintaan mulai menurun sampai pada titik temu permintaan dengan kapasitas
Fase 3 = 40 - 60 hari	Periode akhir masa tanggap darurat

Dinamika yang terbentuk dari jumlah permintaan korban dengan kapasitas yang dimiliki relawan, secara grafik dapat terlihat pada Gambar 5.

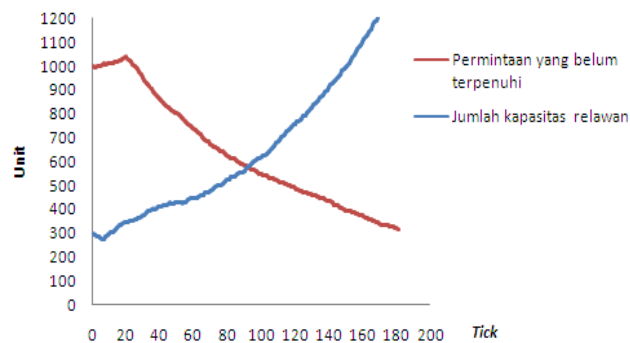


**Gambar 5. Aliran Permintaan dengan Kapasitas**

- **Pembahasan Hasil Simulasi**

**Hasil skenario sentralisasi**

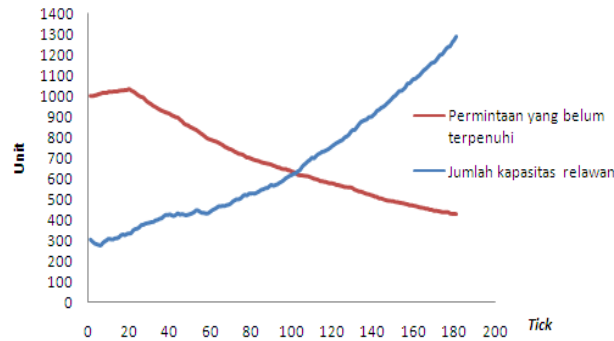
Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh grafik yang menggambarkan interaksi antar agen dengan daerah yang terkena bencana. Grafik membentuk pola rata-rata permintaan dari para korban yang belum dapat terpenuhi. Fase 1 menunjukkan peningkatan dari permintaan sedangkan kapasitas cenderung menurun karena pada awal bencana (fase tanggap darurat). Agen dengan sumber daya yang terbatas akan mengalokasikan semua sumber daya yang tersedia untuk memenuhi permintaan dari lokasi bencana. Sementara, permintaan akan terus meningkat karena bantuan dari agen belum dapat memenuhi permintaan tersebut. Fase 2 terjadi penurunan permintaan secara bertahap karena adanya bantuan dari agen. Agen yang kapasitasnya telah habis akan terisi lagi karena adanya masukan bantuan dari luar. Level permintaan akan terus menurun karena telah terpenuhinya kebutuhan dari para korban sebesar 317 unit, seperti yang dijelaskan pada Gambar 6.



**Gambar 6. Grafik Hasil Simulasi Skenario Sentralisasi**

### Hasil skenario desentralisasi

Pada skenario desentralisasi, pola grafik hasil simulasi yang terbentuk sama seperti grafik pada skenario sentralisasi. Meskipun demikian pada skenario desentralisasi level permintaan akan terus menurun karena telah terpenuhinya kebutuhan dari para korban sebesar 429 unit, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil Simulasi Skenario Desentralisasi

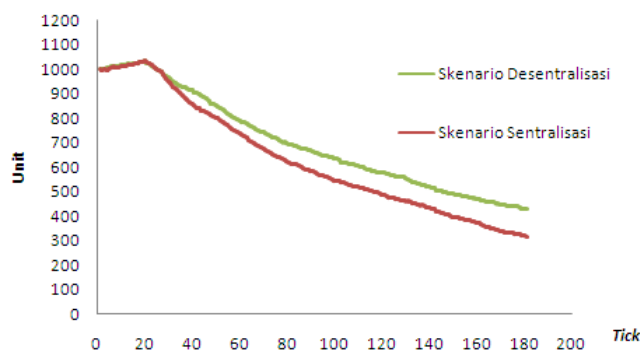
### Perbandingan hasil skenario sentralisasi dan desentralisasi

Pada Tabel 3. menunjukkan hasil perbandingan antara skenario sentralisasi dengan desentralisasi. Penilaian rata-rata jumlah permintaan yang tidak terpenuhi sampai akhir periode masa tanggap darurat.

Tabel 3. Rekap Hasil Simulasi dengan NetLogo

	Sentralisasi	Desentralisasi
Rata-rata jumlah permintaan yang tidak terpenuhi pada akhir simulasi.	317 unit	429 unit

Secara umum, model skenario sentralisasi lebih baik dari model skenario desentralisasi, seperti pada Gambar 8. Hal ini disebabkan dalam pemodelan sentralisasi para relawan lebih leluasa bergerak menuju daerah yang memiliki tingkat permintaan yang tinggi. Sehingga pemenuhan permintaan dari para korban tersebut relatif lebih cepat dilakukan. Disamping itu, mekanisme penyebaran informasi yang terpusat (sentralisasi) tidak membuat batasan pada daerah-daerah tertentu. Sehingga setiap daerah yang terkena bencana dapat didatangi relawan dari berbagai macam posisi.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Hasil Simulasi Skenario Desentralisasi

Pada model skenario desentralisasi, penyebaran informasi terbatas hanya pada suatu wilayah saja. Masing-masing wilayah memiliki pusat informasi yang terpisah (desentralisasi). Banyak batasan yang dibangun pada model desentralisasi sehingga membuat pergerakan relawan jadi terbatas. Relawan hanya dapat memberikan bantuan pada daerah-daerah yang berada pada radius wilayah mereka. Hal ini akan menimbulkan kesulitan dalam upaya pemenuhan permintaan korban di daerah lain.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### a) Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut ;

1. Berdasarkan mekanisme distribusi informasi, skenario yang terbaik adalah skenario Sentralisasi. Rata-rata jumlah permintaan yang belum terpenuhi sebanyak 317 unit sedangkan desentralisasi menyisakan sebanyak 429 unit permintaan yang belum terpenuhi.
2. Berdasarkan model yang dibuat, skenario sentralisasi lebih baik, karena ;
  - a. Relawan dapat bergerak lebih leluasa untuk mendatangi daerah-daerah yang terkena bencana.
  - b. Tidak adanya batasan kewenangan secara parsial mengakibatkan seluruh daerah bencana dapat dilayani secara proporsional .
  - c. Penyebaran informasi secara sentralisasi dapat memudahkan koordinasi antar relawan.

### b) Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran, antara lain ;

1. Sebaiknya jenis bencana yang terjadi diperjelas secara lebih spesifik.
2. Untuk penelitian mendatang, simulasi dapat dilengkapi dengan aplikasi *Geographical Information System* (GIS) agar terkoneksi dengan daerah-daerah yang terkena bencana dan mengetahui kondisi daerah tersebut.
3. Untuk sistem pergerakan relawan tidak bersifat acak tetapi dapat dilengkapi dengan menambahkan rute yang akan dilewati relawan dalam satu sistem jaringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aman A. Bakhtiar T. Hanum F. and Supriyo PT. (2011). *OR/MS Applications in Mt. Merapi Disaster Management*, Journal of Mathematics and Statistics. Vol.8, No.2. Pp. 264-273.
- Axelrod R. and Tesfatsion L. (2006). *A guide for newcomers to agent-based modeling in the social sciences*, Tesfatsion and Judd, op. cit.
- Balcik B. Beamon B M. Krejci C C. Muramatsu K M. and Ramirez M. (2010). *Coordination in Humanitarian Relief Chains: Practices, Challenges and Opportunities*, International Journal of Production Economics. Vol.126, Pp. 22–34.
- Baumgarten H. (2010). *Jenseits der kommerziellen Logistik-Die humanitäre Hilfe logistisch unterstützen*, in R. Schönberger, R. Ebert (Eds.), Dimensionen der Logistik – Funktionen. Institutionen und Handlungsebenen, Wiesbaden: Springer. Pp. 451-476.
- Besiou M. Stapleton O. Van Wassenhove L N. (2011). *System dynamics for Humanitarian Operations*, Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, Vol.1, No.1. Pp. 78 – 103.
- Crooks A T. and Wise S. (2013). *GIS and Agent-Based Models for Humanitarian Assistance*, Journal of Computer, Environment and Urban System, Vol. 41. Pp.100-111.
- Cuervo R. Diaz F. Namen I. Palacio C. and Sierra C. (2008). *Humanitarian Crisis: When Supply Chains Really Matter*, niversidad De Los Andes, Departamento De Ingeniería Industria, Bogotá, Colombia.
- Dolinskaya I S. Shi Z. and Smilowitz K R. (2011). *Decentralized Approaches to Logistics Coordination in Humanitarian Relief*, Proceedings of Industrial Engineering Research Conference.
- Falasca M. (2009). *Quantitative Decision Models for Humanitarian Logistics*, Dissertation submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Horan T A. and Marich M. (2006). *Time-critical information services: analysis and workshop findings on technology, organizational, and policy dimensions to emergency response and related e-governmental services*, International Conference on Digital Government Research San Diego. CA
- Oloruntoba R. and Gray R. (2006) *Humanitarian Aid: An Agile Supply Chain?*. Supply Chain Management: An International Journal. Vol.11, No.2. Pp. 115 – 120.
- Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah Pemerintah Kabupaten Kota.
- Turner A. (2011). *Representation of Humanitarian Aid / Disaster Relief missions with an Agent Based Model to analyze optimal resource placement*, Simulation Conference (WSC), Pp. 2649 – 2660.
- Turoff M. Chumer M. Van De Walle B. and Yao X. (2004). *The design of a dynamic emergency response management information system (DERMIS)*, Journal of Information Technology Theory and Application. Vol.5, No.4. Pp. 1–35. JITTA.



## Perancangan Algoritma *Sequential Insertion* Dalam Penyelesaian Permasalahan *Vehicle Routing Problem* Dengan Karakteristik *Heterogeneous Fleet*

Ary Arvianto<sup>1\*</sup>, Aditya Hendra Setiawan<sup>1</sup>, Singgih Saptadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang 50239

Telp/Faks. (024) 7460052

E-mail: aryarvi@yahoo.com, adityahendras@gmail.com, singgihs@gmail.com

### ABSTRAKS

Permasalahan penentuan rute dalam proses pengiriman produk atau yang lebih dikenal istilah *Vehicle Routing Problem (VRP)* sekarang ini mulai sangat diperhatikan oleh perusahaan. Mereka beranggapan bahwa *VRP* merupakan salah satu masalah yang tidak bisa dihindarkan dalam proses bisnisnya, karena sangat menentukan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan tersebut. Batasan yang digunakan dalam proses pemodelan untuk pemecahan masalah *VRP* ini semakin kompleks dan mendekati kondisi nyata. Semakin lengkap batasan yang ada di model tersebut, maka model tersebut dianggap sudah mewakili sistem nyata. Model *VRP* klasik masih menganggap bahwa kapasitas kendaraan adalah sama. Padahal dalam kondisi nyata, suatu perusahaan pasti mempunyai komposisi kendaraan yang berbeda, baik itu jenis maupun kapasitasnya. Penelitian ini melengkapi model *VRP* yang telah ada sebelumnya, yaitu dengan menambahkan faktor jenis dan kapasitas kendaraan yang berbeda (*heterogeneous fleet*) dalam proses pemilihan rute dan jadwal kendaraan distribusi. Algoritma *sequential insertion (SI)* dan teknik *local search (LS)* dalam penelitian ini dikembangkan untuk memecahkan permasalahan *VRP* dengan *heterogeneous fleet*. Algoritma yang dikembangkan akan bekerja berdasarkan fungsi tujuan dan batasan-batasan yang telah dibangun pada formulasi model. Penelitian ini mempunyai dua tujuan fungsi minimasi, yaitu fungsi beban kerja dan fungsi biaya. Dari hasil uji coba dan perhitungan pada kasus distribusi di NTT bahwa untuk mendistribusikan produk BBM (premium, solar, dan minyak tanah) untuk delapan pelanggan, diperlukan kapal tanker dengan kapasitas 4.700 kiloliter sebanyak 2 buah dengan nilai fungsi beban kerja sebesar 4.904.625,83 dan fungsi biaya sebesar Rp. 1.972.930.000,00.

**Kata Kunci:** *VRP, Penentuan Rute, Heterogeneous Fleet, Sequential Insertion, Local Search*

### PENDAHULUAN

Dalam melakukan pengiriman barang, perusahaan harus mampu menentukan konfigurasi jalur distribusi dengan tepat supaya pengiriman menjadi cepat dan tidak memakan biaya yang banyak. Penentuan konfigurasi ini harus mempertimbangkan strategi distribusi yang sesuai dengan karakteristik perusahaan. Permasalahan sistem distribusi dari suatu perusahaan merupakan faktor penting yang melibatkan beberapa pertimbangan utama. Bodin *et al* (1983) menyebutkan bahwa beberapa pertimbangan utama tersebut antara lain adalah pemilihan rute kendaraan, armada kendaraan, sampai pada penjadwalan kendaraan. Pertimbangan utama inilah yang se-karang dikenal dengan istilah *Vehicle Routing Problem (VRP)*.

*VRP* secara umum diartikan sebagai masalah penentuan rute bagi sejumlah kendaraan yang bertujuan untuk meminimasi biaya transportasi total dan memenuhi sejumlah batasan yang mencerminkan karakteristik dari situasi nyata (Gendreau *et al*, 1997). Batasan inilah yang harus dijadikan pertimbangan bagi *stakeholder* perusahaan nantinya agar dapat menekan biaya operasional perusahaan, khususnya yang berkaitan dengan transportasi. Brasy (2001) dalam Fitria (2009) menyatakan bahwa permasalahan *VRP* dapat didefinisikan sebagai permasalahan pencarian rute distribusi dengan ongkos minimal dari satu depot ke pelanggan yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan (*demand*) yang berbeda-beda. Tiap rute dibuat sedemikian rupa sehingga tiap pelanggan hanya boleh dilayani oleh satu kendaraan (*vehicle*) saja. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dalam satu kali angkut agar biaya yang dikeluarkan juga dapat ditekan seminimal mungkin. Biasanya penentuan biaya yang minimal sangat bergantung pada biaya bahan bakar dan jarak tempuh yang akan dilalui oleh kendaraan tersebut.

Bentuk dasar *VRP* adalah menganggap bahwa semua kendaraan yang dimiliki mempunyai kapasitas yang sama (homogen). Padahal dalam kenyataannya, perusahaan tidak selalu mempunyai armada dengan kapasitas angkut yang sama. Perusahaan, baik itu perusahaan yang besar maupun yang kecil sekalipun pasti mempunyai kendaraan dengan kapasitas yang berbeda, sehingga metode penyelesaian *VRP* klasik

sekarang ini susah untuk diterapkan. Oleh karena itu muncul varian VRP baru yang untuk menyelesaikan permasalahan dengan jenis dan kapasitas kendaraan yang berbeda, yaitu yang dikenal dengan istilah *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* (HFVRP).

Belmecheri (2012) berpendapat bahwa pada masa sekarang ini hampir semua industri mempunyai kendaraan dengan kapasitas yang berbeda-beda. Kendaraan tersebut mempunyai spesifikasi dan jenis yang berbeda, sehingga daya tampungnya pun juga berbeda. Selain itu dari masing-masing kendaraan juga mempunyai jumlah armada yang terbatas. Belfiore (2008) menambahkan bahwa tujuan dari varian VRP yang mempertimbangkan kendaraan yang heterogen (*Heterogeneous Fleet*) adalah untuk meminimasi biaya tetap kendaraan dan biaya variabel rute yang ditempuh. Biaya tetap kendaraan adalah biaya yang dikeluarkan untuk biaya pembelian kendaraan dan biaya perawatan, sedangkan biaya variabel rute berhubungan dengan biaya yang dikeluarkan untuk menempuh rute perjalanan pada saat kendaraan tersebut mengirimkan barang.

Subramanian (2012) menyebutkan bahwa tujuan dari diikutsertakannya faktor kendaraan yang heterogen adalah agar diketahui penggunaan kendaraan yang tepat sesuai dengan rute dan *demand* yang sesuai dengan pelanggan agar didapat biaya yang paling minimal dan tidak boros penggunaan sumber daya kendaraan yang dimiliki. Pertimbangan perbedaan kapasitas kendaraan yang berbeda ini dengan pertimbangan bahwa suatu perusahaan pasti mempunyai kendaraan yang mempunyai kapasitas yang berbeda.

Arvianto (2009) telah mengembangkan model VRP dengan varian *split delivery, multiple products and compartments, multiple trips*, dan *multiple time windows*. Namun untuk model yang dibuat masih menggunakan varian kendaraan yang homogen, sehingga belum bisa mengakomodir kebutuhan perusahaan yang mempunyai banyak varian jenis dan kapasitas kendaraan. Selain itu, model yang dikembangkan oleh Arvianto (2009) mempunyai tujuan utama untuk meminimasi fungsi beban kerja yang dilihat dari faktor jumlah kendaraan yang digunakan dan total waktu penyelesaian pendistribusian barang. Faktor biaya belum diperhatikan dalam model tersebut.

Belmecheri (2012) sudah mampu mengembangkan model VRP dengan varian kendaraan yang heterogen, namun model yang dikembangkan belum mempertimbangkan varian *split delivery, multiple products and compartments*, dan *multiple trips*. Tujuannya yang ingin dicapai juga untuk mengetahui jumlah kendaraan yang paling optimal untuk digunakan dalam proses pendistribusian.

Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dari Arvianto (2009) dan Belmecherri (2012) yang mencoba untuk mengembangkan algoritma baru penentuan rute dan jadwal kendaraan mengenai permasalahan VRP dengan mengkombinasikan model yang telah dibuat keduanya, yaitu penambahan varian baru yang mempertimbangkan jenis kendaraan dengan kapasitas yang berbeda (*heterogeneous fleet*) yang kemudian ditambahkan pada varian *split delivery, multiple products and compartments, multiple trips*, dan *multiple time windows* dengan tujuan untuk meminimasi beban kerja dan minimasi biaya yang dikeluarkan dalam proses pengiriman produk. Sesuai dengan penjelasan diatas, maka diperlukan suatu pengembangan algoritma perencanaan VRP yang mempertimbangkan varian *heterogeneous fleet, split delivery, multiple products and compartments, multiple trips*, dan *multiple time windows*.

## METODE PENELITIAN

Tahap penentuan rute dan jadwal kendaraan distribusi terdiri dari tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, karakteristik sistem, pengembangan model, pengolahan data, dan analisis hasil penentuan rute. Berikut ini akan disajikan tahapan karakterisasi sistem dan pengembangan model.

### Karakterisasi Sistem

Penelitian ini mengembangkan model dari Yudistira et al, (2003) dan Arvianto, (2009), yaitu proses distribusi BBM di Kupang, Nusa Tenggara Timur. Produk yang didistribusikan terdiri dari premium, solar, dan minyak tanah. Dalam penelitian ini terdapat Sembilan pelabuhan yang terdiri dari satu depot *supply point* dan delapan pelanggan *destination point*.

Setiap hari pelabuhan memiliki *throughput* atau tingkat konsumsi bahan bakar minyak per hari dimana masing-masing pelanggan berbeda-beda. Kondisi ini akan mengakibatkan pelabuhan memiliki waktu dimana suatu pelabuhan akan mengalami kekurangan stok. Berdasarkan data permintaan, diperoleh informasi bahwa periode perencanaan yang dipakai adalah 7 hari, karena daya tahan stok terkecil adalah 7,1 hari di pelangan Atapupu.

Ketiga produk didistribusikan oleh kapal tanker yang didalamnya terdapat *cargo oiltankgroup segregation* yang akan dibagi untuk ketiga produk tersebut. Total kapasitas *cargo* ini yang selanjutnya disebut sebagai kapasitas total kapal tanker.

Distributor mempunyai 3 jenis kapal yang akan digunakan dalam pengiriman BBM, yaitu kapal dengan kapasitas 8.750 kiloliter, 4.700 kiloliter, dan 2.000 kiloliter dengan jumlah tidak terbatas.

Dari masing-masing kendaraan terdiri dari 3 kompartemen dengan pembagian kompartemen adalah sebagai berikut :

- a. Grup *cargo* pertama 20% dari kapasitas total untuk produk premium.
- b. Grup *cargo* kedua 30% dari kapasitas total untuk produk solar.
- c. Grup *cargo* ketiga 50 % dari kapasitas total untuk bahan bakar minyak tanah.

Kecepatan kapal yang digunakan adalah 10 knot/jam. Kecepatan aliran untuk *loading/discharging* produk adalah 200 kiloliter/jam dan waktu setup untuk *loading/discharging* produk adalah selama 2 jam.

### Model Konseptual Penelitian

Model yang akan dikembangkan dalam pendistribusian produk ini mempunyai beberapa batasan, yaitu :

#### a. *Heterogeneous Fleet*

Kendaraan yang dimiliki mempunyai kapasitas yang berbeda-beda. Masing-masing kendaraan juga mempunyai batasan yang berbeda, baik itu dilihat dari ukuran kapasitas muatan, biaya tetap per kendaraan, dan lainnya.

#### b. *Multiple Trips*

Satu kendaraan dapat melayani satu atau lebih pelanggan/rute dalam satu kali tur pengiriman produk.

#### c. *Multiple Products and Compartements*

Kendaraan yang dimiliki mempunyai kompartemen lebih dari satu dan jenis produk yang dikirimkan lebih dari satu macam produk. Masing-masing produk diletakkan di kompartemen yang spesifik agar tidak bercampur dengan produk lain dalam satu kendaraan.

#### d. *Split Delivery*

Pengiriman produk kepada pelanggan dapat langsung dikirim dalam satu kali pengiriman (*entirely delivery*) maupun beberapa kali proses pengiriman (*partial delivery*) melihat dari kondisi kendaraan yang tersedia dan kapasitas yang tersisa pada saat proses pengiriman produk.

#### e. *Multiple Time Windows*

Adanya mekanisme jam buka dan tutup lebih dari satu dalam satu periode perencanaan. Kriteria *multiple time windows* ini akan mengandung konsekuensi bahwa akan terjadi waktu menunggu ketika kendaraan distribusi tiba di luar interval waktu jam buka pelanggan.

### Pengembangan Teknik Pemecahan

Pengembangan teknik pemecahan model ini diawali dengan menentukan algoritma yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Algoritma yang digunakan adalah mengembangkan algoritma *sequential insertion* dengan teknik *Local Search*. Algoritma *sequential insertion* ini membangun solusi yang layak dengan cara berulang kali mencoba memasukkan pelanggan yang belum masuk dalam rute manapun ke dalam bagian sementara dari rute yang terbentuk saat ini. Isu yang muncul pada algoritma ini adalah pemilihan pelanggan yang belum masuk dalam rute manapun untuk disisipkan dan pemilihan lokasi tempat penyisipan pelanggan. Kelebihan dari algoritma *Sequential insertion* adalah akan berusaha menghasilkan jumlah kendaraan (tur) sekecil mungkin dengan memanfaatkan kapasitas kendaraan sebanyak mungkin.

Teknik *Local Search* dimulai dari solusi awal dan berakhir pada minimum lokal yang tidak memungkinkan terjadinya perbaikan lagi, terdapat dua strategi dalam memilih kandidat solusi, yaitu:

1. *The first best (FB) strategy*, dimana algoritma akan mengganti solusi terbaik saat ini secara langsung jika solusi yang lebih baik ditemukan.
2. *The global best (GB) strategy*, dimana algoritma akan mengganti solusi terbaik saat ini dengan solusi yang terbaik yang ada pada *neighborhood*.

### Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengambil data hasil penelitian dari Yudhistira *et al.* (2003) yang dijadikan rujukan utama dalam pengembangan, verifikasi, dan validasi terhadap hasil perhitungan. Data yang digunakan adalah data *demand* pelanggan, jam buka dan tutup pelanggan, serta data jarak dan waktu perjalanan antar pelanggan.

Untuk data lain yang digunakan adalah data mengenai jenis dan kapasitas kendaraan menggunakan Data Kendaraan PT. Pertamina yang diambil dari Laporan Tahunan PT. Pertamina Tahun 2012. Data tersebut meliputi jenis kendaraan, kapasitas, kecepatan bongkar muat, dan kecepatan laju kendaraan.

### Formulasi Matematis

Sesuai dengan karakteristik pendistri-busian dan model konseptual untuk yang dibuat, maka dapat dibuatlah model matematis yang akan digunakan sebagai penterjemah algoritma ke dalam *script*/bahasa pemrograman, sehingga kana lebih mudah dalam proses pembuatan desain program nantinya.

#### Indeks:

- $i$  = indeks lokasi,  $i = 0$  adalah depot,  $i = 1, 2, \dots, N$  adalah pelanggan  
 $t$  = indeks tur,  $t = 1, 2, 3, \dots, NT$   
 $r$  = indeks rute,  $r = 1, 2, 3, \dots, NR_{[t]}$   
 $p$  = indeks produk,  $p = 0, 1, \dots, NP$   
 $k$  = indeks posisi,  $k = 1, 2, \dots, NL_{[t,r]}$   
 $z$  = indeks jenis kapal,  $z = 1, 2, \dots, Z$

#### Parameter:

- $N$  = jumlah pelanggan  
 $NP$  = jumlah jenis produk  
 $q_{L_{t,z,r,k}^p}$  = besarnya permintaan produk  $p$  pada lokasi yang mempunyai posisi  $k$ , rute  $r$ , dan tur  $t$  kendaraan  $z$  (satuan *volume*)  
 $W_s$  = waktu *setup* (satuan waktu)  
 $LT$  = kecepatan *loading* (satuan: jumlah produk persatuan waktu)  
 $DT$  = kecepatan *discharging* (satuan: jumlah produk per satuan waktu)  
 $v_z$  = kecepatan kendaraan  $z$  (satuan: jarak persatuan waktu)  
 $\tau_{[L_{t,z,r,k}][L_{t,z,r,k+1}]}$  = waktu perjalanan antara lokasi  $k$  ke lokasi  $k+1$ , pada rute  $r$ , tur  $t$  kendaraan  $z$  (satuan waktu)  
 $Q_z[p]$  = kapasitas kompartemen untuk produk  $p$  pada kendaraan  $z$  (*multiple compartemens*)  
 $a_i^h$  = batas bawah untuk *hole time widows*  $h$ , lokasi  $i$   
 $b_i^h$  = batas atas untuk *hole time widows*  $h$ , lokasi  $i$   
 $H$  = horison perencanaan (satuan waktu)

#### Variabel:

- $NV$  = jumlah kendaraan (satuan unit)  
 $NT_z$  = jumlah tur kendaraan  $z$   
 $NR_{[t,z]}$  = jumlah rute dalam tur  $t$  oleh kendaraan  $z$   
 $NL_{[t,z,r]}$  = jumlah lokasi pada rute  $r$  dalam tur  $t$  oleh kendaraan  $z$   
 $L_{t,z,r,k}$  = lokasi pada posisi  $k$ , rute  $r$  dalam tur  $t$  kendaraan  $z$   
 $b_{L_{t,z,r,p}}$  = besarnya muatan yang diantarkan didalam rute  $r$ , tur  $t$  kendaraan  $z$  untuk untuk produk  $p$  (satuan *volume*)  
 $y_{L_{t,z,r,k}^p}$  = proporsi pengiriman muatan produk  $p$  pada rute  $r$ , tur  $t$  kendaraan  $z$  dan lokasi  $k$ .  
 $Jm_{L_{[t,z,r,k]}}$  = saat keberangkatan pada posisi  $k$  di tur  $t$  kendaraan  $z$ , dan rute  $r$  (satuan waktu)  
 $W_p$  = waktu perjalanan (satuan waktu)  
 $Jt_{L_{[t,z,r,k]}}$  = saat tiba yang terjadi pada posisi  $k$  di tur  $t$  kendaraan  $z$ , dan rute  $r$  (satuan waktu)  
 $Wt_{L_{[t,z,r,k]}}$  = waktu tunggu pada posisi  $k$  di tur  $t$  kendaraan  $z$ , dan rute  $r$  (satuan waktu)  
 $WLT$  = waktu *loading* (satuan waktu)  
 $WDT$  = waktu *discharging* (satuan waktu)  
 $Js_{L_{[t,z,r,NL_{[t,z,r]}]}}$  = saat selesai pada posisi  $NL_{[t,r]}$  di tur  $t$  kendaraan  $z$ , dan rute  $r$  (satuan waktu)  
 $CT_{[t,z]}$  = waktu penyelesaian tur  $t$  oleh kendaraan  $z$  (satuan waktu)  
 $TCT$  = total waktu penyelesaian tur (satuan waktu)  
 $RCT$  = rentang waktu penyelesaian tur (satuan waktu)  
 $C_{SK}$  = Biaya tetap kendaraan  
 $C_{BB}$  = Biaya bahan bakar per km  
 $C_L$  = Biaya *loading unloading* produk per unit  
 $C_G$  = Gaji sopir per kunjungan  
 $C_M$  = Akomodasi perjalanan  
 $C_R$  = Rupiah retribusi jalan per kendaraan per hari

### Fungsi Tujuan

Permasalahan pada penelitian ini berkaitan dengan tiga fungsi tujuan yaitu meminimumkan jumlah kendaraan  $NV$ , meminimumkan waktu total penyelesaian  $TCT$  dan meminimumkan rentang waktu total penyelesaian  $RCT$ . Fungsi tujuan  $RCT$  dimaksudkan untuk memperkecil perbedaan antara waktu total penyelesaian tur terpanjang dengan waktu total penyelesaian tur terpendek sehingga terjadi keseimbangan antar tur. Fungsi tujuan majemuk dalam penelitian ini dilakukan dengan membentuk jumlah tertimbang (*weight sum*)  $NV$ ,  $TCT$  dan  $RCT$  yaitu:

$$\text{Min } f(\theta) = \omega_{NV} NV(\theta) + \omega_{TCT} TCT(\theta) + \omega_{RCT} RCT(\theta) \quad (1)$$

Dimana  $\theta$  merupakan set solusi, sedangkan bobot-bobot  $\omega_{NV}$ ,  $\omega_{TCT}$  dan  $\omega_{RCT}$  masing-masing menyatakan bobot untuk fungsi tujuan meminimumkan jumlah kendaraan  $NV$ , meminimumkan waktu total penyelesaian  $TCT$ , dan meminimumkan rentang waktu total penyelesaian tur  $RCT$ . Dalam konteks permasalahan ini mempertimbangkan adanya *multiple trips*, sehingga fungsi tujuan meminimumkan jumlah kendaraan  $NV$  selalu mendapatkan bobot terbesar. Hal ini dikarenakan meminimumkan jumlah kendaraan merupakan sasaran utama memodelkan aspek *multiple trips* dalam VRP seperti yang diuraikan dalam Suprayogi (2003). Urutan prioritas kedua dan ketiga tergantung pada preferensi pengambil keputusan.

### Minimasi Biaya

$$\begin{aligned} \text{min } & \sum_{r=1}^{NR} \sum_{i=0}^N \sum_{j=1}^{N+1} C_{SKZ} N_V N_T x_{ij}^k + C_G N_R + \sum_{r=1}^{NR} \sum_{i=0}^N \sum_{j=1}^{N+1} C_{BB} d_{ij} x_{ij}^k + 3C_M H_K N_V + \\ & 2 \sum_{r=1}^{NR} \sum_{i=0}^N q_i C_L N_R + C_R N_V N_T \end{aligned} \quad (2)$$

Pada fungsi ini digunakan untuk membantu pengambil keputusan untuk mendapatkan berapa biaya yang akan muncul akibat fungsi minimasi sebelumnya. Pembatas yang terlibat didalam model adalah sebagai berikut:

$$NV = NT \quad (3)$$

$$L_{t,z,r,1} = L_{t,z,r-1,NL[t,z,r-1]} = 0; t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t,z]} \quad (4)$$

$$L_{t,z,r,k} \geq 1; \quad t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t,z]}; k = 2, \dots, NL_{[t,z,r]} - 1 \quad (5)$$

$$b_{L_{t,z,r,p}} \leq Q[p], \quad \forall t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t,z]}; p = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$b_{L_{t,z,r,p}} \leq \sum_{k=2}^{NL_{[t,z,r]}-1} q_{L_{t,z,r,k}^p} \cdot y_{L_{t,z,r,k}^p}; \quad t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t,z]}; p = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$\sum_{t=1}^{NT} y_{L_{t,z,r,k}^p} = 1; t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t,z]}; p = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\bigwedge_{i=1}^m \neg (a_i^h \leq T_i \leq b_i^h), \quad \forall i \in N, m = 1, 2, \dots, NM \quad (9)$$

$$Wp = \tau_{[L_{[t,z,r,k]}, [L_{[t,z,r,k+1]}]]} \quad (10)$$

$$WLT = \frac{b_{[L_{[t,z,r,p]}]}}{LT} \quad (11)$$

$$WDT = \frac{b_{[L_{[t,z,r,p]}]}}{DT} \quad (12)$$

$$CT_{[t]} = W_S \sum_{r=1}^{NR_{[t,z]}} \sum_{k=1}^{NL_{[t,z,r]}-1} L_{t,z,r,k} + (WDT + WLT) \sum_{r=1}^{NR_{[t,z]}} \sum_{i=1}^n b_{L_{t,z,r,p}} + \sum_{r=1}^{NR_{[t,z]}} \sum_{k=1}^{NL_{[t,z,r]}-1} \tau_{[L_{[t,z,r,k]}, [L_{[t,z,r,k+1]}]]} + \sum_{r=1}^{NR_{[t,z]}} \sum_{k=2}^{NL_{[t,z,r]}-1} Wt_{L_{t,z,r,k}} \quad (13)$$

$$CT_{[t,z]} = JS_{L_{[t,z,r,NL_{[t,z,r]}]}} \quad (14)$$

$$Jm_{L_{[t,z,r,k]}} = JS_{L_{[t,z,r,k-1]}} \quad (15)$$

$$Jt_{L_{[t,z,r,k]}} = Jm_{L_{[t,z,r,k]}} + Wp \quad (16)$$

$$WtL_{[t,z,r,k]} = \begin{cases} b_i^h - JtL_{[t,z,r,k]}, & b_i^h \geq JtL_{[t,z,r,k]} \\ 0, & b_i^h < JtL_{[t,z,r,k]} \end{cases} \quad (17)$$

$$CT_{[t,z]} \leq H \quad (18)$$

$$TCT = \sum_{t=1}^{NT} CT_{[t,z]} \quad (19)$$

Dalam VRP with *multiple trips*, setiap kendaraan melakukan satu tur. Pada pembatas (3) jumlah kendaraan disimbolkan dengan  $NV$ . Pembatas (4) menjelaskan tentang lokasi depot dan (5) menjelaskan bahwa lokasi bisa dikunjungi lebih dari 1 kali (*split delivery*). Pembatas (6) adalah pembatas kapasitas

kompartemen. Pembatas (7) menjamin bahwa semua muatan yang dikirim tidak akan melebihi dari permintaan, tetapi bisa kurang mengingat dimungkinkan split delivery.

Pembatas (8) menjamin semua permintaan pelanggan akan dipenuhi. Pembatas (9) adalah pembatas time windows.

Pembatas (10), (11) dan (12) adalah perhitungan waktu perjalanan, waktu *loading time* dan waktu *discharging*. Pembatas (13) menetapkan waktu penyelesaian tur.

Pembatas (14), (15), (16) merupakan pembatas waktu yang membangun logika perhitungan waktu total penyelesaian. Pembatas (17) merupakan perhitungan waktu tunggu akibat faktor *time window*, sedangkan horizon perencanaan dan total completion time dinyatakan pada pembatas (18) dan (19). Penjelasan Algoritma SI untuk penyelesaian model diatas diatas adalah sebagai berikut :

#### Langkah 1

Masukkan input jumlah pelanggan dan permintaan pelanggan dan parameter jumlah produk, jarak antar titik (baik pelanggan ataupun depot), horison perencanaan, waktu *loading* dan *discharging*, waktu *setup*, kecepatan kendaraan, jenis kendaraan, kapasitas kompartemen dan jam buka/tutup pelayanan konsumen.

#### Langkah 2

Inisialisasi algoritma  $t = 1, z = 1, r = 1$ . Lanjutkan ke langkah 3.

#### Langkah 3

Jika *demand* belum terpenuhi, lanjutkan ke langkah 4. Jika sebaliknya maka lanjutkan ke langkah 13.

#### Langkah 4

Buat tur baru untuk jenis kendaraan pertama,  $t = 1, z = 1, r = 1$ . Lanjutkan ke langkah 5.

#### Langkah 5

Set status tur untuk  $z = 1$ , jika tur masih belum terisi (status = 1) atau masih terdapat konsumen yang belum masuk dalam tur (status = 2) maka lanjutkan ke langkah 6. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 12.

#### Langkah 6

Buat rute  $r = 1, k = 1$  pada  $t = 1$  dan  $z = 1$  dengan menempatkan/menyisipkan konsumen dalam urutan tertentu

1. Sisipkan pelanggan-pelanggan yang memiliki *demand* yang belum terpenuhi, pada busur-busur yang ada pada rute saat ini.
2. Hitung banyaknya muatan setiap produk yang diangkut untuk tiap pelanggan yang disisipkan  $q[i,p]$ .

Permasalahan VRP ini terdiri atas beberapa pelanggan dan sebuah depot tunggal. Himpunan semua pelanggan dan depot disebut *node*. Waktu perjalanan antar lokasi dinyatakan dengan  $\tau_{[L_{t,z,r,k}], [L_{t,z,r,k+1}]}$ .

Tiap pelanggan  $i$  memiliki permintaan untuk tiap produk  $p$  yaitu  $q_{L_{t,z,r,k},p}$ . Notasi  $L_{t,z,r,1}$  merupakan lokasi depot dimana  $i=0$  dan akan berakhir pada lokasi yang sama, untuk semua jenis kendaraan  $z$  yang digunakan. Dengan demikian lokasi depot dapat didefinisikan sebagai:

$$L_{t,z,r,1} = L_{t,z,r,NL_{[t,r]}} = 0; t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t]}$$

Untuk lokasi pelanggan didefinisikan sebagai:

$$L_{t,z,r,k} = i;$$

$$t = 1, 2, \dots, NT; z = 1, 2, \dots, Z; r = 1, 2, \dots, NR_{[t]}; k = 2, \dots, NL_{[t,r]} - 1; i = 1, 2, \dots, N$$

3. Hitung banyaknya muatan yang harus dibawa kendaraan.

$b_{[L_{t,z,r,p}]} = b_{[L_{t,z,r,p-1}]} + q[i,p], \forall p$ , menyatakan bahwa muatan yang harus dibawa kendaraan saat ini harus sama dengan muatan yang dikirim pada pelanggan sebelumnya ditambah dengan kebutuhan pelanggan saat ini.

4. Hitung sisa kapasitas kompartemen untuk rute saat ini.

$$Qz[p] = Qz[p] - q[i,p], \forall p$$

5. Hitung sisa *demand* pelanggan yang disisipkan.

Jika  $q[i,p] \leq Qz[p]$  untuk  $\forall p$ , maka tetapkan  $N = N - \{i^*\}$ ,

$$q[i,p] = 0$$

Jika  $q[i,p] > Qz[p]$  untuk  $\forall p$  (*split delivery*) maka tetapkan  $N = N$ .

$$q[i,p] = q[i,p] - Qz[p]$$

6. Hitung waktu total waktu penyelesaian tur dengan mempertimbangkan waktu tunggu akibat *multiple time windows*.

### Langkah 7

Jika terdapat alternatif tur yang memenuhi kelayakan horison perencanaan lanjutkan ke langkah 8. Jika tidak maka lanjutkan ke langkah 12.

### Langkah 8

Pilih waktu penyelesaian tur yang paling minimal, lanjutkan ke langkah 9.

### Langkah 9

Jika terdapat kelayakan kapasitas kompartemen lanjutkan ke langkah 10. Jika tidak lanjutkan ke langkah 11.

### Langkah 10

Update demand pelanggan

Update urutan alternatif tur

$k = k + 1$

Lanjutkan ke langkah 3.

### Langkah 11

Buat rute baru,  $t = 1$ ,  $z = 1$ ,  $r = r + 1$ . Lanjutkan ke langkah 2.

### Langkah 12

Buat tur baru,  $t = t + 1$ ,  $z = 1$ ,  $r = 1$ . Lanjutkan ke langkah 2.

### Langkah 13

Tetapkan  $z = z + 1$ ,

Jika  $z \leq Z$  maka lanjutkan pembentukan  $t = 1$ ,  $r = 1$ , lanjut ke langkah 2

Jika  $z > Z$  maka lanjut ke langkah 14.

### Langkah 14

Pilih solusi terbaik berdasarkan nilai fungsi  $NV$ ,  $TCT$ , dan  $RCT$  terkecil, Hitung total biaya yang terlibat berdasarkan fungsi biaya dan hentikan prosedur ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data selengkapnya pada penelitian ini diambil dari penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian Arvianto (2009), dan dilengkapi dengan data *heterogenous fleet* untuk data parameter kendaraan. Pada pembahasan ini menunjukkan bahwa algoritma yang terbentuk mampu menyelesaikan permasalahan VRP heterogeneous fleet. Pembahasan ini akan menunjukkan bagaimana algoritma bekerja dalam kondisi yang kompleks. Representasinya dapat di lihat pula dari hasil yang diperoleh.

Berdasarkan hasil perhitungan untuk semua kendaraan yang tersedia, terdapat 3 alternatif solusi untuk mendistribusikan BBM ke pelanggan di Nusa Tenggara Timur. Dari 3 alternatif solusi yang dibuat, maka yang terpilih adalah penggunaan kendaraan Tanker 4.700 kl tanpa kombinasi. Pada penggunaan tanker ini didapat hasil bahwa untuk melayani kebutuhan semua pelanggan, dibutuhkan 2 kali tur dengan 2 buah tanker dengan total waktu pelayanan adalah 284,05 jam, fungsi beban kerja sebesar 4.904.625,83, dan fungsi biaya sebesar Rp. 1.972.930.000,00.

Tur 1 melayani 5 pelanggan dengan total waktu pelayanan 145,33 jam dan menempuh jarak 1.353 km, sedangkan tur 2 hanya melayani 3 pelanggan dengan total waktu yang dibutuhkan adalah 145,09 jam dengan menempuh jarak 914 km. Adanya perbedaan jumlah pelanggan yang dilayani sangat mempengaruhi hasil dari fungsi yang akan kita capai. Tur 1 dengan 5 pelanggan nilai fungsinya beban kerjanya adalah 2.453.526,7, sedangkan pada tur 2 sebesar 2.451.129,1. Ada selisih sebesar 2.397,6 yang disebabkan karena adanya perbedaan 0,24 jam kerja anatara kedua turnya.

Pada fungsi biaya, juga mengakibatkan adanya selisih biaya yang sangat besar antara 2 turnya, yaitu sebesar Rp. 73.650.000,00. Adanya selisih yang cukup besar ini dipengaruhi oleh jumlah rute yang dilayani pada tur 1 lebih banyak 2 pelanggan dibanding tur 2, sehingga akan mem-pengaruhi besarnya biaya bahan bakar, *loading unloading*, retribusi, dan gaji operator kendaraan. Semakin banyak rute yang dilayani, maka keempat komponen biaya semakin besar.

- selain disebabkan oleh jam berangkat yang lebih lama, juga disebabkan karena banyak kendaraan yang tiba pada saat jam tutup pelanggan, sehingga kendaraan harus menunggu sampai jam buka.
- Untuk fungsi beban kerja, hal yang mempengaruhinya adalah  $NV$  dan  $TCT$  (*Total Completion Time*) dalam melaku-kan tur tersebut. Bobot untuk  $NV$  adalah 1.000.000, sehingga semakin banyak  $NV$ , maka nilainya juga semakin besar. Untuk bobot  $TCT$  meskipun hanya 10.000, tapi nilai  $TCT$  nya juga sangat besar, sehingga nilai fungsi beban kerjanya juga akan semakin besar.
- Untuk fungsi biaya, hal yang mempengaruhinya, yaitu besarnya biaya tetap untuk jenis kendaraan. Semakin besarnya kapasitas kendaraan yang dipakai, maka biaya tetap kendaraan juga besar. Selain biaya sewa kendaraan, biaya bahan bakar juga sangat dominan pada perhitungan fungsi ini, semakin

jauh jarak tempuhnya maka akan membutuhkan biaya bahan bakar yang semakin banyak pula. Semakin banyak tur dan rute pelanggan yang harus dijalankan akan sebanding dengan jumlah kendaraan yang diperlu-kan maka fungsi biaya juga akan meningkat.

Fungsi biaya merupakan fungsi tujuan baru yang ditambahkan dalam penelitian ini. Fungsi biaya ini bertujuan untuk mengetahui berapa biaya yang kita butuhkan untuk melakukan pendistribusian produk ke pelanggan. Fungsi biaya ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Inputan faktor biaya didapatkan sesuai dengan biaya yang dibutuhkan pada saat proses pendistribusian.

Dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai fungsi beban kerja dan fungsi biaya nantinya sangat bergantung pada perhitungan hasil pemilihan kendaraan. Tidak ada jaminan bahwa semakin kecil kapasitas kendaraan yang akan digunakan akan menjamin biaya yang dikeluarkan juga kecil, karena yang sangat berperan dalam perhitungan beban kerja serta biaya ini adalah total waktu yang ia dibutuhkan untuk menyelesaikan semua tur, baik itu waktu *loading* dan *unloading* produk, waktu mulai keberangkatan, waktu tunggu, serta waktu sampai di pelanggan.

Gambar 1. menggambarkan adanya perbedaan waktu mulai pelayanan untuk tiap jenis kendaraan. Diketahui bahwa kecepatan muat produk adalah sama, yaitu 200 kl/jam, yang berbeda adalah jumlah produk yang dimuat untuk masing-masing kendaraan, sehingga waktu mulai dari masing-masing tanker adalah tidak bersamaan, yaitu tanker 2.000 kl pada jam ke-12, tanker 4.750 kl pada jam ke-25, dan tanker 8.750 kl pada jam ke-45. Adanya perbedaan waktu mulai (waktu berangkat dari depot) ini disebabkan oleh adanya jumlah produk yang harus dimuat ke dalam kapal, sehingga makin banyak produk yang harus dimuat, maka waktu yang dibutuhkan semakin lama.

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Berdasarkan Perubahan Kecepatan Bongkar Muat**

Kecepatan (kl/jam)	TCT (jam)	F. Beban Kerja	F. Biaya (Rp.)
200	284,05	4.904.625,83	1.972.930.000
250	276,08	4.761.439,16	1.968.610.000
275	266,76	4.665.455,24	2.013.760.000
300	266,00	4.660.739,96	2.027.110.000

Adanya perubahan kecepatan pada saat bongkar muat (*loading and discharging*) juga akan merubah hasil perhitungan dari penen-tuan rute untuk tanker kapasitas 4.700 kl. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2. diatas, naiknya kecepatan dari 200 kl/jam menjadi 250 kl/jam dapat menurunkan nilai fungsi beban kerja dan sekaligus didapatkan nilai fungsi biaya terkecil dibandingkan dengan kecepatan yang lain. Sehingga bisa disimpul-kan bahwa menaikkan kecepatan bongkar muat menjadi 250 kl/jam akan didapatkan hasil yang terbaik.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Berdasarkan Perubahan Kecepatan Kendaraan**

Kec.	TCT (jam)	RCT (jam)	F. Beban Kerja	F. Biaya (Rp.)
10	290,42	45,58	4.904.625,83	1.972.930.000
11	285,97	50,02	4.860.310,2	1.972.810.000
12	250,21	85,79	4.451.067,9	2.141.302.600
13	268,24	67,76	4.268.808,7	2.095.040.800
14	257,70	78,30	4.258.483,0	2.171.174.200

Untuk perubahan kecepatan laju kendaraan pada Tabel 3, dari yang awalnya 10 knot/jam menjadi 11 knot/jam, didapatkan nilai fungsi biaya yang paling minimum dibandingkan yang lain sebagai prioritas utama, yaitu menjadi 1.972.810.000,00, sedangkan untuk fungsi beban kerjanya adalah sebesar 4.860.310,2.

Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Arvianto (2009) bahwa pada kasus VRP dengan pertimbangan *multiple time windows* memerlukan pemilihan kecepatan kendaraan yang tepat dalam proses perhitungan agar diperoleh nilai fungsi yang paling optimum. Naiknya kecepatan kendaraan menjadi 11 knot/jam menurunkan fungsi beban kerja dan biayanya.



Fungsi beban kerja sangat dipengaruhi oleh nilai TCT, dimana TCT itu sendiri sangat bergantung pada waktu penyelesaian semua tur. Turunnya nilai TCT ini disebabkan karena naiknya kecepatan kendaraan dapat mempercepat waktu perjalanan antara gudang ke pelanggan, maupun dari pelanggan ke pelanggan. Pada saat waktu perjalanan sudah menjadi singkat, banyak kendaraan yang tiba pada saat jam buka pelanggan, sehingga kendaraan tidak perlu menunggu lebih lama.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa model VRP dengan varian baru *hetero-geneous fleet* yang telah dibuat dalam penelitian ini sudah mampu diterapkan pada kondisi nyata yang telah mempertimbangkan batasan jam buka dan tutup pelanggan, jumlah produk lebih dari satu, serta ketersediaan kendaraan yang bervariasi jenis dan kapasitas muatannya (*heterogeneous fleet, split deli-very, multi products and compartements, multiple trips, dan multiple time windows*).

Penyusunan dan penentuan urutan pelanggan berdasarkan penyusunan alternatif rute yang ada, kemudian dipilih berdasarkan ketersediaan jumlah kapasitas kendaraan dan total waktu pelayanan yang paling minimal, sehingga akan didapatkan solusi dengan waktu pelayanan terpendek, namun dengan jumlah maksimal pelanggan dalam tur. Solusi yang dihasilkan juga tidak melanggar batasan kapasitas kendaraan, jam pelayanan pe-langgan, serta periode perencanaan keselu-ruhan.

Selain dapat menyelesaikan kasus VRP sesuai dengan karakteristik penelitian ini, model yang telah dibuat juga mempunyai kemampuan untuk memecahkan kasus VRP dengan varian *single product and compartement, single time windows, dan homo-geneous fleet*.

Adanya perubahan parameter inputan pada penelitian ini juga dapat mempengaruhi hasil dari perhitungan. Karena tiap parameter akan mempengaruhi proses perhitungan yang akan dijadikan alternatif solusi.

## PUSTAKA

- Arvianto, Ary. 2009. *Teknik Local Search Untuk Pemecahan Masalah Rute Dan Jadwal Kendaraan Dengan Karakteristik Multiple Time Windows*. Tesis Magister Teknik Industri ITB.
- Belfiore, Patricia, and Yoshizaki. 2008. *Scatter Search For A Real-Life Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem With Time Windows And Split Deliveries In Brazil*. European Journal of Operational Research.
- Belmecheri, F., Prins, C., Yalaoui, F. 2012. *Particle swarm optimization algorithm for a vehicle routing problem with heterogeneous fleet, mixed backhauls, and time windows*. 24th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium, Atlanta, GA, USA
- Bodin, L., Golden, B., Assad, A., M.Ball. 1983. *Routing and Scheduling of Vehicles and Crews*. The State of The Art, Computer and Operations Research.
- Fitria, L., Susanty, S., Suprayogi. 2009. *Penentuan Rute Truk Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah di Bandung*. Jurnal Teknik dan Manajemen Industri, ITB.
- Gendreau, M., Taillard, E. D., Laporte, G., 1997. *Vehicle Routing Problem with Multiple Use of Vehicles*. Journal of The Operation Research Society.
- Subramanian, A., Huachi P., 2012. *A Hybrid Algorithm for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem*. European Journal of Operational Research.
- Suprayogi. 2003. *Algoritma Sequential Insertion untuk Memecahkan Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Time Windows*. Jurnal Teknik dan Manajemen Industri ITB.
- Suprayogi., Yusuf, Priyandari. 2008. *Algoritma Sequential Insertion Untuk Memecahkan Vehicle Routing Problem Dengan Multiple Trips, Time Window, dan Simultaneous Pickup Delivery*. Jurnal Performa Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Yudistira. T., Suprayogi, dan Halim, A.H., .2003. *Algoritma Heuristik Penjadwalan Alat Angkut untuk Pendistribusian Produk Majemuk dengan Sumber Tunggal dan Destinasi Majemuk*. Prosiding Seminar Sistem Produksi VI.

## **Perbaikan Kinerja Reverse Logistic Produk Teh Botol Untuk Meningkatkan Tingkat Ketersediaan Botol Kosong Dengan Menggunakan Metode *Lean Supply Chain***

**(Studi Kasus di Coca Cola Bottling Indonesia)**

**Sriyanto<sup>1)</sup>, Muhammad Arifin<sup>2)</sup>**

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*

*Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239*

*Telp. (024) 7460052*

*E-mail: acise@industri.undip.ac.id*

### **ABSTRAKS**

*Pengelolaan persediaan saat ini merupakan hal yang penting dalam dunia rantai pasok. PT. Coca Cola Bottling Indonesia merupakan perusahaan penghasil minuman dalam kemasan. Kemasanbotol kaca membutuhkan perhatian lebih dalam proses forward logistics dan reverse logistics-nya. Reverse Logistics merupakan aliran balik material dari konsumen ke pabrik. PT Coca Cola Bottling Indonesia perlu meningkatkan kinerja aliran reverse logistics-nya. Kebutuhan botol kosong untuk produksi Fresh Tea pada tahun 2013 sebanyak 37.237.944 dan jumlah botol yang masuk adalah sebesar 39.599.352. Namun dari jumlah botol yang masuk tersebut, sebesar 10,16 % botol kosong tidak siap untuk langsung diproduksi. Kondisi botol yang tidak siap tersebut disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut dapat diketahui apabila dilakukan penelitian lebih lanjut ke reverse logistics channel sebelum masuk ke bagian pabrik. Penelitian ini menunjukkan bagaimana lean supply chain dapat mereduksi waste yang disebabkan karena kurangnya kinerja dari sistem reverse logistics yang terjadi pada saat ini. Hasil penelitian berupa perbaikan aliran botol kaca di bagian Distributin Center dari 57 menit menjadi 30 menit dan bagian pabrik dari 41 menit menjadi 23,5 menit. Selain itu perbaikan juga dilakukan pada proses penyimpanan botol kaca kosong di Distribution Center.*

**Kata kunci:** *Lean Supply Chain, Botol Kaca, Waste, Reverse Logistics*

### **PENDAHULUAN**

Pada masa sekarang ini, sistem penyimpanan dan aliran material merupakan hal yang perlu diperhatikan oleh setiap anggota rantai pasok. Aliran material yang tidak lancar dapat menyebabkan material tidak tersalurkan dengan baik bahkan material dapat rusak di dalam perjalanan alur distribusi. Material yang rusak di lingkungan dapat menyebabkan limbah dan dapat merusak lingkungan sekitar. Proses produksi dapat terganggu apabila proses aliran material tidak lancar untuk proses manufaktur yang berkelanjutan.

Daur ulang merupakan teknik untuk mengurangi limbah padat. Reverse logistics mempunyai dampak yang signifikan dalam efisiensi pengolahan daur ulang produk melalui proses remanufaktur. Namun perhatian publik akan permasalahan reverse logistics masih sangat sedikit (Terrance L. Pohlen & M. Theodore Farris, 1992).

*Reverse logistics* dapat diartikan sebagai proses dari perencanaan, implementasi, dan pengontrolan efisiensi, aliran biaya efektif dari bahan baku, persediaan in-process, barang jadi, dan informasi yang terkoneksi dari titik konsumen sampai ke titik awal untuk menangkap kembali atau menciptakan nilai atau disposal (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

Dalam keterkaitan dengan cinta lingkungan, perusahaan air minum seperti Coca-Cola Amatil Indonesia seharusnya meningkatkan kinerja untuk produk botol kacanya. Memang untuk menciptakan proses reverse logistics yang optimal untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal tidak mudah. Terdapat banyak kendala dalam serangkaian proses reverse logistics botol kosong. Tingkat pengembalian botol kosong dengan keadaan baik yang kurang dan kebijakan untuk tidak membeli botol kaca baru merupakan kendala yang sedang dihadapi perusahaan.

Fenomena yang terjadi pada saat ini pada PT. Coca Cola Bottling Indonesia adalah perusahaan tersebut berencana menghentikan produk botol kacanya untuk masa yang akan datang. PT. Coca Cola Bottling Indonesia sudah menghilangkan satu bagian operasional yang dimiliki PT. Coca Cola Bottling Indonesia pada serangkaian proses reverse logistics-nya. Bagian tersebut adalah bagian sorting botol empties / botol kosong. Proses tersebut dinilai merupakan bagian yang penting pada serangkaian proses reverse logistics, karena proses tersebut merupakan serangkaian proses pengecekan botol kosong dari tutup botol yang masih menempel, sedotan plastik yang masih terdapat pada botol, benda-benda lain yang tertinggal di dalam botol, dan kotoran-kotoran lainnya.

Jika dilihat dari ketersediaan botol kosong yang kembali pada pabrik (plant) dengan kondisi yang baik/siap diproduksi lagi, tidak seluruhnya dari yang dibawa dari distribution center berada pada kondisi baik/siap produksi. Terdapat botol yang dalam kondisi sangat kotor sampai tidak dapat digunakan lagi, rusak, dan dikarantina (tidak siap produksi). Kondisi botol kaca yang kembali lagi ke pabrik yang siap produksi harus bersih dan tidak ada goresan sama sekali pada kaca. Apabila pada kaca terdapat goresan yang tidak kasat mata, mesin pembersih akan secara otomatis mengelompokkan botol tersebut ke dalam kumpulan botol yang tidak layak produksi. Hal tersebut memang harus dilakukan agar kondisi botol kosong yang akan diproduksi kembali dalam keadaan steril. Perusahaan ini merupakan perusahaan air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat luas, sehingga produk yang dihasilkan harus diperhatikan tingkat kebersihan dan sterilitasnya.

Kebutuhan botol kosong untuk produksi produk Fresh Tea pada tahun 2013 sebanyak 37.237.944 dan jumlah botol yang masuk adalah sebesar 39.599.352. Namun dari jumlah botol yang masuk tersebut, sebanyak 1.173.720 dikirim ke tempat lain, 5.551 botol dalam kondisi rusak, 2.241.312 botol keluar untuk dikirim ke tempat lain. Selain itu, sebanyak 601.004 botol berada pada proses karantina yang menyebabkan botol tidak pada kondisi siap produksi. Data lebih detail dapat dilihat pada lampiran. Gambaran di atas menunjukkan bahwa pada tahun 2013, PT. Coca Cola Bottling Indonesia mengalami kekurangan botol sebanyak 1.660.179.

Kondisi botol yang tidak siap tersebut disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor tersebut dapat dimungkinkan karena aliran material botol kosong ataupun pada saat ada isinya dan krat pembawa botol yang kurang efisien dan kurang lancar. Faktor-faktor tersebut dapat diketahui apabila dilakukan penelitian lebih lanjut ke *reverse logistics* channel sebelum masuk ke bagian pabrik. *Lean supply chain* dapat mereduksi biaya, meningkatkan *service level*, dan meningkatkan kualitas (Martin Christopher & Denis R. Towill, 2000). Penelitian ini menunjukkan bagaimana *lean supply chain* dapat mereduksi waste yang disebabkan karena kurangnya kinerja dari sistem *reverse logistics* yang terjadi pada saat ini.

## **METODOLOGI**

### **Studi Lapangan**

Studi Lapangan merupakan tahapan penelitian dimana peneliti melakukan observasi secara langsung di tempat perusahaan. Observasi dilakukan dengan mewawancarai pihak yang terkait dengan tema *reverse logistics*, yaitu pihak *inventory management* dan bagian *warehouse*. Selain melakukan *interview* pada pihak-pihak tersebut, peneliti juga melakukan observasi secara langsung proses yang terjadi pada perusahaan.

### **Studi Pustaka**

Studi pustaka merupakan tahapan penelitian dimana peneliti melakukan pencarian dan observasi dasar teori yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Dasar teori dipakai sebagai pemecahan masalah dan sebagai landasan solusi yang kemudian akan dijadikan untuk rekomendasi untuk perusahaan. Dasar teori penelitian terdiri dari *Supply Chain Management*, *Lean Supply Chain*, *Reverse Logistic*, *Five-Whys* dan *Value Stream Mapping*.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan diangkat oleh peneliti adalah buruknya kinerja *reverse logistics* pada PT. Coca Cola Bottling Indonesia yang berakibat pada tingginya tingkat cacat botol kaca yang perlu direduksi.

### **Identifikasi dan Pengumpulan Data yang Diperlukan**

Jenis data pada penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif antara lain adalah :

- a. Jumlah Botol Kosong yang diterima
- b. *Bottle Trip Time*
- c. Jumlah Botol Kosong Siap Langsung Produksi
- d. Waktu transport botol kosong
- e. Waktu *Unloading* botol kosong
- f. Waktu dari setiap aktivitas yang terjadi

Sedangkan data kuantitatif adalah aktivitas-aktivitas yang terjadi dari serangkaian aliran *supply chain* untuk proses *reverse logistic* botol kosong produk Fresh Tea 220 ml dari *distribution center* ke pabrik.

## **PENGOLAHAN DATA**

Dimana pada pengolahan data dilakukan dengan 3 tahap yaitu pertama dengan melakukan pemetaan struktur *reverse logistics* perusahaan pada saat ini, kemudian dilakukan analisis kinerja *reverse logistics* pada saat ini, yang terakhir dengan dilakukan usulan perbaikan alur material botol kaca kosong dengan

menggunakan pendekatan *Lean Supply Chain*. Dari usulan tersebut dianalisis keuntungan bagi perusahaan dan perbaikan yang akan muncul.

#### **Pemetaan Struktur Reverse Logistics**

Pemetaan dilakukan dengan menggambarkan aliran material dan informasi yang terjadi pada perusahaan mengenai produk minuman dalam kemasan botol kaca. Aktivitas yang terjadi pada proses pengambilan botol kaca dari outlet sampai dengan pabrik dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut dan informasi lain yang diperoleh dari perusahaan maka dapat dilakukan penggambaran alur *reverse logistics* menggunakan *value stream mapping* (VSM).

Informasi yang diperoleh antara lain adalah *Bottle Trip Time* atau waktu yang terjadi bagi produk botol kaca dari keluar produksi dan dipasarkan sampai botol tersebut kembali lagi ke pabrik untuk diisi ulang. *Bottle Trip Time* berasal dari *Distribution Center* Semarang Timur dan *Distribution Center* Semarang Barat. Untuk data *bottle trip time* terdapat pada tabel 2 untuk *bottle trip time* dari DC Semarang Timur dan tabel 3 untuk *bottle trip time* dari DC Semarang Barat. Data tersebut dilakukan uji kecukupan data dan uji keseragaman terlebih dahulu untuk memastikan data tersebut dapat digunakan untuk pengolahan. Data berikutnya adalah data aliran jumlah botol kosong yang kembali dan yang dibutuhkan untuk proses produksi. Pada data tersebut dapat dilihat pula jumlah botol yang kembali dalam keadaan rusak dan botol yang dikarantina untuk produk Fresh Tea 220 ml. Tabel 4.

Proses awal pemetaan adalah memetakan *Current State Map* (CSM). Hasil pemetaan CSM dapat dilihat pada gambar 1.

#### **Analisis CSM**

Pada gambar CSM (Gambar 1) terlihat penjelasan bahwa tempat penyimpanan botol kaca kosong di *distribution center* tapa menggunakan atap. Hal tersebut dapat menyebabkan kualitas botol kaca menjadi lebih cepat rusak dikarenakan terkena sinar matahari secara langsung dan akan terkena air hujan pada saat terjadi hujan. Berikut ini merupakan gambar dari tempat penyimpanan botol kaca kosong yang terdapat pada *distribution center* Semarang Barat.

Selain itu terjadi pula proses penggeseran pallet yang digunakan untuk tempat krat yang hanya didorong. Pekerja tidak mengangkat pallet sehingga gesekan terjadi antara pallet dengan aspal/alas. Berikut ini merupakan cara pekerja memindahkan pallet. Terlihat pula bahwa NVA adalah sebesar 2,01243 hari atau 2897,899 menit. Waktu tersebut merupakan waktu yang lama untuk aktivitas yang *non-value added*. Nilai tersebut tinggi dikarenakan botol yang disimpan di *distribution center* selama 2 hari. Selain itu aktivitas yang menyebabkan *non-value added* adalah menunggu dan antri.

BTT melakukan pengecekan jumlah botol kosong yang diterima hanya menghitung jumlah pallet dan berpedoman bahwa hal tersebut sudah kebiasaan yang dilakukan oleh bagian BTT. Kemudian untuk input data *bottle trip time* ke bagian *inventory management* yang dilakukan BTT hanya menggunakan sistem sampel. Bagian BTT hanya mengambil 20 botol untuk dilihat tanggal *expired*-nya dengan 3 waktu *expired* yang berbeda. Menurut pihak BTT, dengan hanya mengambil 3 tanggal *expired* yang berbeda sudah dapat memberikan gambaran *bottle trip time* botol kaca.

#### **Five-Whys**

5-Whys dapat menemukan sumber masalah dari kerugian yang berupa produk cacat (Murugaiah & Muthaiyah, 2009). Terdapat 5 permasalahan yang dianalisis dengan menggunakan metode *five-whys*. Permasalahan tersebut antara lain adalah:

1. Terdapat botol yang pecah pada saat di *distribution center*.
2. *Bottle Trip Time* untuk botol kosong dari DC Semarang Timur terlalu besar dan terdapat yang melewati batas *expired* produk.
3. Terdapat botol yang pecah di pabrik.
4. Terdapat botol kosong yang sangat kotor sampai tidak dapat digunakan setelah sampai di pabrik.
5. Jumlah botol yang dikarantina terlalu banyak.

#### **Pembuatan FSM (Future State Map)**

Pembuatan FSM dilakukan dengan melakukan beberapa perbaikan di aliran *reverse logistics* pada perusahaan. Hasil FSM dapat dilihat pada gambar 2 dengan rincian perbaikan yang dapat dilihat pada tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5. aliran material akan lebih lancar dengan terjadinya penghematan waktu sebanyak 27,25 menit dari 57 menit menjadi 29,75 menit pada *Distribution Center* dan 17,25 menit dari 41 menit menjadi 23,75 menit pada pabrik. Selain itu aktivitas NVA yang berupa penyimpanan terlalu lama pada DC berkurang 1 hari.

### **Analisis Perbaikan Pada Outlet**

Usulan perbaikan untuk *outlet* untuk mengurangi botol kaca yang terlambat dalam pengambalian ke pabrik dan kualitas botol kaca tetap terjaga adalah dengan memberikan peraturan penyimpanan botol kaca dan penambahan *delivery man*. Kualitas botol akan tetap terjadi apabila botol disimpan di tempat yang beratap dan terhindar dari air hujan dan panas matahari secara langsung. Berikut ini adalah usulan peraturan untuk pihak *outlet*.

1. Krat berisi botol kosong maupun isi harus ditempatkan di tempat yang memiliki atap/penutup dan bersih.
2. Pihak outlet wajib menghubungi perusahaan (*Delivery Man*) maksimal 5 bulan setelah menerima botol berisi minuman produk Coca Cola.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **Kesimpulan**

Setelah dilakukan proses perbaikan pada perusahaan, waktu yang dibutuhkan untuk memproses botol kosong yang datang sampai disimpan di DC menjadi 29,75 menit dengan penghematan waktu sebesar 47,81 %. Perbaikan pada penyimpanan botol kosong dalam bentuk pengambilan botol kosong yang dilakukan setiap hari dapat mereduksi waktu penyimpanan dan BTT botol kosong. Penambahan helper dapat menghilangkan jumlah botol kaca pecah pada saat proses unloading botol kaca kosong. Pada bagian pabrik perbaikan yang dilakukan dapat menghemat waktu menjadi 23,75 menit dengan besar penghematan waktu adalah 42,07 %.

#### **PUSTAKA**

- Martin Christopher, Denis R. Towill. 2000. Supply chain migration from lean and functional to agile and customized. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5 Iss: 4, pp.206 – 213.
- Murugaiah, Uthiyakumar& Saravanan Muthaiyah. 2009. Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27 No. 5, 2010 pp. 527-540

## APPENDIX

**Tabel 1. Aktivitas Botol Kosong Dari Outlet Sampai Pabrik**

Aktivitas	Waktu (menit)
1. Pengecekan surat jalan di satpam <i>distribution center</i> .	7
2. Pembongkaran muatan botol kosong dan krat serta sortir produk berdasarkan merk setipe.	7,25
3. Peletakkan krat-krat pembawa botol kosong pada pallet botol.	9,75
4. Sortir botol yang bermerk beda pada satu krat. (Sortir krat mix).	3
5. Botol kosong disimpan pada inventori <i>distribution center</i> .	2880
6. Memasukkan botol kosong pada truk yang akan dibawa ke pabrik.	30
7. Pengantaran botol kosong dari <i>distribution center</i> ke pabrik.	50
8. Pengecekan surat jalan di satpam pabrik.	1
9. Supir truk mengecek ketersediaan tempat untuk membongkar barang.	15
10. Supir menyerahkan surat ke bagian BTT (Penerimaan botol kosong)	0,5
11. Pihak BTT mengecek jumlah botol dan krat yang dibawa disesuaikan dengan surat jalan.	2
12. BTT input data <i>bottle trip time</i> ke <i>inventory management</i>	10
13. Forklift membawa botol kosong ke inventori pabrik.	9,5

**Tabel 2. Bottle Trip Time dari Distribution Center Semarang Timur**

Tanggal Produksi	Tanggal Kembali	BTT (hari)	Jumlah Pengamatan
2/19/2014	4/10/2014	37	9
1/29/2014	4/10/2014	52	14
2/11/2014	4/10/2014	43	9
2/8/2014	2/28/2014	15	5
1/12/2014	2/28/2014	35	4
1/17/2014	2/28/2014	31	5
11/12/2013	2/28/2014	79	3
2/9/2014	2/28/2014	15	3
12/25/2013	3/11/2014	55	21
10/24/2013	3/11/2014	99	9
12/17/2013	3/11/2014	61	15
7/24/2013	3/11/2014	165	8
11/23/2013	3/11/2014	77	8
11/16/2013	3/12/2014	83	7
3/23/2014	4/25/2014	25	19
4/1/2014	4/25/2014	19	10
4/7/2014	4/25/2014	15	6
3/16/2014	4/25/2014	30	19
2/16/2014	3/29/2014	33	8
2/12/2014	3/29/2014	20	7
3/3/2014	3/29/2014	58	4
1/8/2014	3/29/2014	57	13
1/9/2014	3/29/2014	27	12
2/20/2014	3/29/2014	62	5
3/18/2014	4/11/2014	19	5
2/21/2014	4/11/2014	36	5
12/17/2013	4/11/2014	84	8
12/19/2013	4/11/2014	82	8
3/24/2014	4/11/2014	15	15

5/24/2013	4/11/2014	231	16
3/23/2014	4/11/2014	15	8
8/6/2013	4/11/2014	179	12
2/18/2014	4/11/2014	39	9
2/20/2014	4/11/2014	37	12
11/1/2013	4/11/2014	116	13
11/29/2013	4/11/2014	96	10
	Rata-rata	63,37	Total = 347

**Tabel 3. Bottle Trip Time dari Distribution Center Semarang Barat**

Tanggal Produksi	Tanggal Kembali	BTT (hari)	Jumlah Pengamatan
2/8/2014	2/26/2014	13	10
2/11/2014	2/26/2014	12	10
2/8/2014	2/28/2014	15	8
2/14/2014	2/28/2014	11	3
2/20/2014	2/28/2014	7	3
1/12/2014	2/28/2014	35	6
2/1/2014	2/22/2014	15	7
1/24/2014	2/22/2014	21	13
12/23/2013	2/22/2014	45	8
1/14/2014	2/22/2014	29	6
2/2/2014	2/25/2014	17	8
2/12/2014	2/25/2014	10	7
1/21/2014	2/25/2014	26	5
2/1/2014	3/12/2014	28	7
12/12/2013	3/12/2014	65	7
2/18/2014	3/12/2014	17	7
1/9/2014	3/12/2014	45	6
12/4/2013	3/12/2014	71	7
2/20/2014	3/12/2014	15	8
11/29/2013	3/12/2014	74	6
1/4/2014	3/12/2014	48	7
1/29/2014	3/13/2014	32	14
1/2/2014	3/13/2014	51	10
1/24/2014	3/13/2014	35	11
2/12/2014	3/13/2014	22	11
2/7/2014	3/17/2014	27	10
12/12/2013	3/17/2014	68	13
2/20/2014	3/17/2014	18	11
1/22/2014	3/3/2014	29	19
11/8/2013	4/15/2014	113	20
	Rata-rata	37,65	Total = 268

**Tabel 4. Jumlah Botol Kaca Kembali dan Produksi**

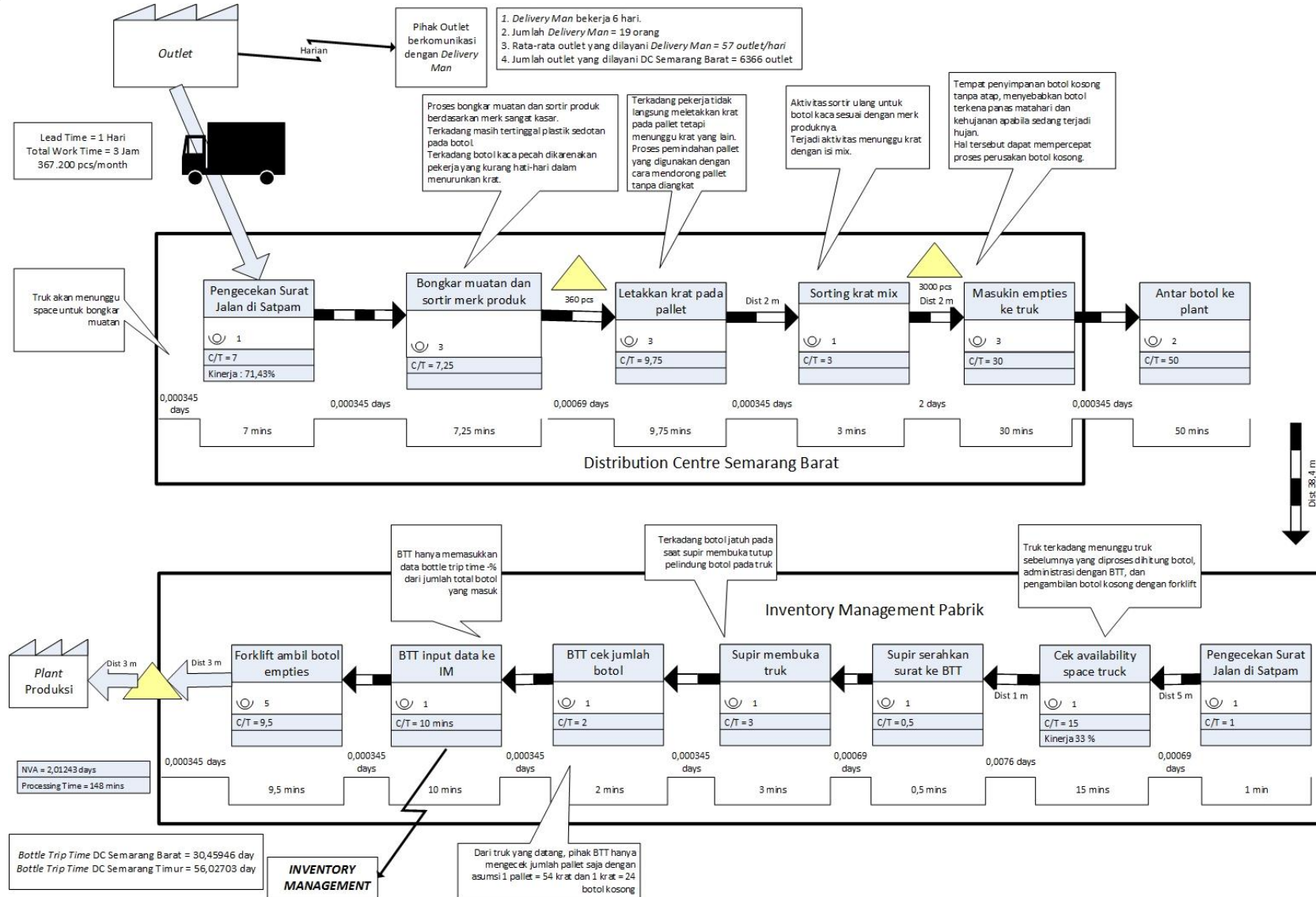
Bulan	DEBET							CREDIT				Quarantine
	SIs Centre	Other Bottler	New Bottles	New Crates	Return	Other	Input Mix	Production	Shipment	Breakage	Output Mix	

Januari	2.609.328	1.404.672	-	-	-	-	220.176	4.695.408	-	84	33.552	221.398
Februari	2.381.808	1.568.160	-	-	-	-	23.448	3.773.952	-	-	172.536	64.102
Maret	2.487.936	3.120.768	-	-	64.560	-	117.480	5.729.616	-	283	487.752	36.288
April	2.643.528	697.632	-	-	186.120	-	358.224	3.163.536	-	-	211.488	123.792
Mei	2.464.128	103.680	-	-	62.832	-	197.736	2.869.344	323.544	-	177.936	7.248
Juni	2.533.248	60.816	-	-	9.792	-	275.064	2.768.832	-	-	408	26.208
Juli	2.272.848	41.472	-	-	168	-	179.640	2.624.400	-	-	139.776	26.208
Agustus	2.429.880	-	-	-	96	-	67.200	1.043.712	-	-	155.760	18.144
September	2.652.624	-	-	-	24	-	198.696	1.923.264	248.832	-	95.232	19.968
Oktober	2.709.072	-	-	-	-	-	110.040	3.106.776	-	-	115.368	14.256
November	2.672.904	-	-	-	-	-	55.104	3.872.448	601.344	-	258.312	18.144
Desember	2.201.856	168.480	-	-	-	-	248.112	1.666.656	-	5.184	393.192	25.248

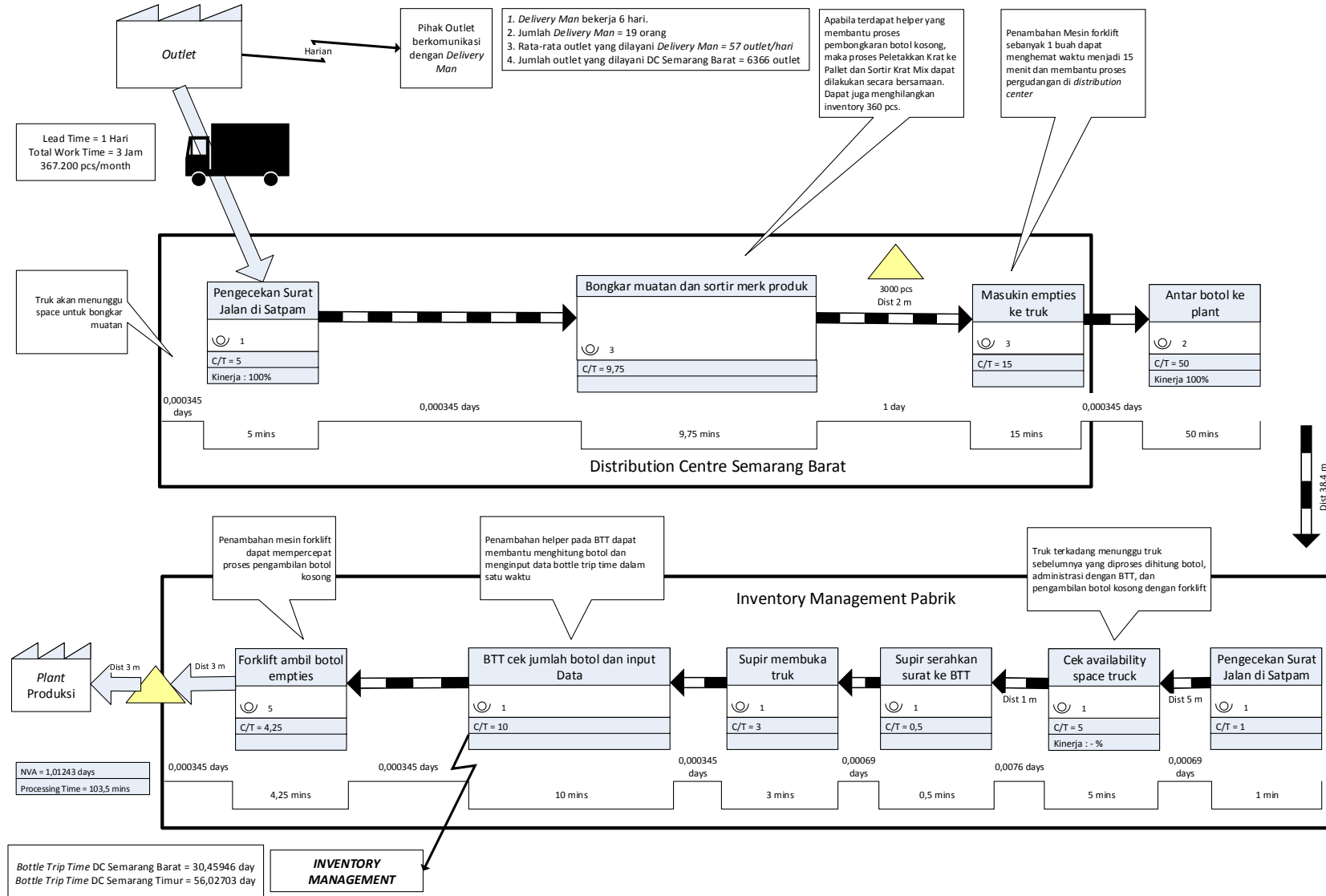
**Tabel 5. Perbaikan Yang Dilakukan**

No.	Perbaikan Yang Dilakukan	Efek Perbaikan
1	Penambahan <i>helper</i> pada <i>distribution center</i> pada saat pembongkaran botol kaca kosong beserta krat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Truk yang datang dari outlet tidak perlu menunggu untuk diproses bongkar muatan.</li> <li>Aktivitas (1) bongkar muatan dan sortir merk produk, (2) letakkan krat pada pallet, dan (3) sortir krat mix dapat dilakukan pada satu waktu.</li> <li>Inventori atau penyimpanan botol kosong mix sebanyak 360 dapat dihilangkan.</li> <li><i>Delivery Man</i> tidak terburu-buru dalam proses <i>unloading</i> botol kaca.</li> <li>Botol kaca di DC tidak ada yang pecah.</li> </ul>
2	Pemindahan pallet yang dilakukan oleh 2 orang	Pemindahan dengan cara diangkat akan membuat keadaan pallet lebih terjaga kualitasnya dibandingkan jika dipindahkan dengan cara didorong.
3	Pembuatan atap atau penutup untuk penyimpanan botol kosong	Kualitas botol kaca kosong, krat, dan pallet dapat lebih terjaga karena tidak terkena panas cahaya matahari secara langsung dan air hujan.
4	Pengambilan botol kosong di DC yang dilakukan setiap hari	Botol kosong tidak terlalu lama berada di DC, sehingga dapat langsung disalurkan ke pabrik dan dapat langsung digunakan ketika bagian produksi membutuhkan botol kaca kosong.
5	Penambahan mesin forklift di DC	Proses <i>loading</i> botol kosong yang akan diantarkan ke pabrik dapat lebih cepat.
6	Penambahan Jumlah <i>Delivery Man</i>	Mangurangi jumlah outlet yang menjadi tanggung jawab <i>delivery man</i> untuk dilayani.
7	Penambahan <i>helper</i> di bagian BTT pabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu menunggu truk yang datang dari DC untuk diproses <i>unloading</i> botol kaca, krat, dan palletnya berkurang</li> <li>Aktivitas (1) BTT cek jumlah botol dan (2) BTT input data <i>bottle trip time</i> ke bagian <i>inventory management</i>, dapat dilakukan pada satu waktu.</li> </ul>
8	Penambahan mesin forklift di pabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses <i>unloading</i> botol kosong dapat lebih cepat.</li> <li>Waktu menunggu truk yang datang dari DC untuk diproses <i>unloading</i> botol kaca, krat, dan palletnya berkurang sebesar 5 menit.</li> </ul>





Gambar 1. Current State Map



Gambar 2. Future State Map

## PERBAIKAN KONDISI KERJA UNTUK MENGURANGI TINGKAT KECELAKAAN KERJA DENGAN PENDEKATAN HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ASSESMENT (HIRA)

Much Djunaidi<sup>1</sup>, Indah Pratiwi<sup>2</sup>, Noer Seto Bakdiono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Jend.Ahmad Yani Tromol Pos 01, Pabelan, Surakarta 57102

Telp. (0271) 717417

E-mail: [much.djunaidi@ums.ac.id](mailto:much.djunaidi@ums.ac.id)

### ABSTRAKS

PT. Madu Baru merupakan perusahaan yang memproduksi gula. Dalam proses produksi, perusahaan masih menggunakan peralatan dengan tingkat teknologi lama, sehingga proses produksi berlangsung dengan lambat. Faktor tenaga kerja masih sangat dominan, selain juga dapat menimbulkan kemungkinan resiko yang lebih besar dengan adanya kecelakaan kerja. PT Madu Baru menilai bahwa perlindungan tenaga kerja diperlukan agar perusahaan tidak kehilangan tenaga kerja yang berakibat menghambat proses produksi. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis potensi bahaya pada fasilitas produksi di PT Madu Baru. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kecelakaan kerja serta upaya perbaikan kondisi kerja dengan menggunakan metode HIRA. Penelitian difokuskan pada ruang operasi penggilingan tebu. Dari hasil analisis HIRA, faktor penyebab kecelakaan kerja adalah kelalaian karyawan menggunakan alat pelindung diri dan kondisi kerja yang kurang kondusif, seperti suhu ruangan yang mencapai 35<sup>0</sup>C, kebisingan mencapai 85db dan ruangan terlalu gelap. Upaya mengurangi resiko kecelakaan kerja diusulkan untuk melakukan rekayasa ruang kerja dan melakukan pelatihan untuk memakai alat pelindung diri.

**Kata Kunci:** potensi bahaya, SOP, kecelakaan kerja, HIRA.

### PENDAHULUAN

PT. Madu Baru, Yogyakarta, sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri gula. PT Madu Baru Yogyakarta masih banyak menggunakan mesin-mesin dengan umur yang cukup tua dan hampir semua dikerjakan secara *manual*. Sebagai pabrik yang masih menggunakan peralatan yang tua, peran tenaga kerja manusia masih sangat dominan. Resiko terjadinya kecelakaan kerja di PT Madu Baru Yogyakarta tentunya cukup besar. Resiko kerja dapat muncul berbagai faktor, salah satu faktor yang dominan adalah faktor manusia. tindakan tidak aman dari segi manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti latar belakang pendidikan, pengetahuan, ketrampilan, psikologi. Penyebab kecelakaan kerja ada empat faktor diantaranya: faktor nasib dari para karyawan, faktor lingkungan fisik pada karyawan, seperti mesin, gedung, ruangan, peralatan. Faktor kelalaian manusia dan faktor ketidakserasian kombinasi faktor-faktor produksi yang dikelola dalam perusahaan (Soeprihanto, 1996).

Fungsi manajemen sangat menentukan sekali dalam pencegahan kecelakaan kerja. Berdiri pada tahun 1955, PT. Madu Baru memperkerjakan lebih dari 1386 karyawan. PT. Madu Baru merupakan pabrik gula peninggalan Belanda, sehingga memiliki umur yang sudah tua, dan masih menggunakan mesin tua dan tenaga kerja manusia yang dominan. Umur mesin dan peralatan yang tua beresiko menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak ditunjang oleh pengawasan dan manajemen yang baik. Kecelakaan kerja dapat terjadi mulai proses pengiriman bahan mentah, proses produksi, sampai pada proses hasil jadi. Kecelakaan kerja yang paling banyak terjadi pada proses produksi.

PT. Madu Baru memiliki beberapa instalasi seperti stasiun gilingan, pemurnian, penguapan, kristalisasi dan puteran. Diantara semua stasiun kerja tersebut Stasiun gilingan memiliki proses yang panjang, dan diunit penggilingan masih banyak mesin tua yang setiap hari kerja karyawan berinteraksi dengan mesin tersebut dan berpotensi untuk terjadinya kecelakaan kerja. Tabel 1 mengungkapkan jumlah kasus kecelakaan kerja pada 4 tahun terakhir.

PT. Madu Baru menganggap penting program keselamatan kerja dan kesehatan kerja Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi menurunnya produktivitas yang diakibatkan sering absen karena sakit ataupun karena kecelakaan kerja. PT Madu Baru juga mengadakan kegiatan untuk mengantisipasi kejenuhan ataupun ketegangan ditempat kerja dan setiap setahun sekali diadakan rekreasi gratis.

**Tabel 1. Data Kecelakaan Kerja Karyawan PT. Madu Baru**

No	Tahun	Jumlah Korban Kecelakaan Kerja
1	2010	44
2	2011	34
3	2012	48
4	2013	30

Sumber: PT. Madu Baru tahun 2013

Permasalahan dalam sebuah perusahaan adalah sesuatu yang wajar terjadi. Dan itu semua harus dilakukan tindakan perbaikan. Adapun permasalahan yang ada di PT Madu Baru yaitu belum adanya identifikasi untuk penilaian resiko pekerja yang ada di perusahaan ini. Tindakan preventif untuk pengidentifikasian penilaian resiko pekerja sangatlah penting guna menjaga keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

#### METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT. Madu Baru, Yogyakarta, dengan melakukan identifikasi resiko kerja dan penilaian tingkat resikonya melalui pendekatan *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) untuk mengurangi resiko kerja.

Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, yaitu melakukan pengamatan secara langsung dan pencatatan kegiatan dan informasi maupun data yang dibutuhkan. Adapun data-data meliputi data aktifitas dari pekerja dan kondisi lingkungan kerja terkait. Selain itu, pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara, yang dilakukan dengan kuesioner terbuka.

Suardi (2005) menjelaskan bahwa penerapan metode pengendalian resiko apapun sejauh metode tersebut mampu mengidentifikasi, mengevaluasi dan memilih prioritas resiko dan mengendalikan resiko dengan melakukan pendekatan jangka pendek dan jangka panjang. Variabel yang akan dievaluasi, diukur menggunakan metode Identifikasi dan Pengendalian Resiko Kecelakaan atau *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA). Tahap ini sangat penting, terutama bagi industri yang belum menerapkan sistem manajemen K3. Menurut Suardi (2005), identifikasi sumber bahaya dilakukan dengan mempertimbangkan:

1. Kondisi dan kejadian yang dapat menimbulkan potensi bahaya
2. Jenis kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang mungkin dapat terjadi

Bahaya yang akan dievaluasi dikelompokkan dahulu berdasarkan jenis kegiatannya. Hal ini dilakukan untuk memudahkan proses penentuan bahaya yang ada di industri. Identifikasi bahaya yang sudah ditentukan akan dinilai atau dianalisa sejauh mana bahaya dapat terjadi, pada tahap penilaian resiko. Metode yang digunakan adalah penggunaan rating setiap resiko. Level atau tingkatan resiko ditentukan oleh hubungan antara nilai hasil identifikasi bahaya dan konsekuensi. Penilaian resiko yang akan dilakukan menggunakan 3D model. Nilai-nilai yang dicantumkan di tabel penilaian resiko memiliki arti tertentu. Arti nilai atau angka yang dicantumkan pada setiap penilaian memiliki arti yang berbeda satu sama lain. Untuk menganalisa potensi bahaya dengan metode HIRA, ditentukan oleh penilaian paparan, penilaian peluang atau kemungkinan terjadinya resiko, penelitian konsekuensi resiko, dan nilai resiko.

Paparan merupakan nilai resiko digunakan untuk menilai seberapa parah paparan pekerja terhadap resiko dalam pabrik tersebut, paparan nilai resiko memiliki 4 kriteria yaitu jarang bernilai 1, tidak teratur bernilai 2, tertentu bernilai 3, berskala bernilai 6 dan terus menerus bernilai 10, keterangan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Paparan Penilaian Resiko**

Kriteria	Penjelasan	Nilai
Jarang	Terpapar beberapa kali dalam setahun	1
Tidak teratur	Terpapar satu kali dalam Sebulan	2
Tertentu	Terpapar satu kali dalam seminggu	3
Berskala	Terpapar satu kali dalam satu hari	6
Terus menerus	Terpapar terus menerus, lebih dari 1 kali dalam 1 hari	10

Peluang penilaian resiko digunakan untuk menilai peluang terjadinya kecelakaan kerja pada jangka waktu tertentu misal setiap hari, seminggu sekali, sebulan beberapa kali terjadi atau sewaktu- waktu terjadi dalam jangka waktu setahun dan 1 kejadian kecelakaan kerja dalam waktu lebih dari setahun.

Peluang atau kemungkinan terjadinya resiko kesempatan terjadinya suatu cedera, kerusakan, atau kerugian akibat bahaya. Nilai dari kemungkinan yang diberikan, untuk menilai paparan atau keungkinan terjadinya cedera dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Peluang Penilaian Resiko**

Kriteria	Penjelasan	Nilai
Sangat sering	Terjadi hampir pada semua kejadian dalam setiap hari.	1
Sering	Sangat mungkin terjadi pada semi terjadi 1 kejadian dalam 1 minggu.	0,6
Sedang	Dapat terjadi sewaktu-waktu. Misalnya, terjadi 1 kejadian dalam 1 bulan.	0,3
Jarang	Mungkin terjadi sewaktu-waktu. Misalnya, terjadi 1 kejadian dalam 1 tahun.	0,1
Sangat jarang	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu. Misalnya, terjadi 1 kejadian dalam lebih dari 1 tahun.	0,05

Nilai Konsekuensi Penilaian Resiko menunjukkan seberapa parah kecelakaan kerja yang dialami oleh pekerja dan dampaknya bagi perusahaan jika pekerja itu mengalami kecelakaan kerja. Tingkat keparahan yang mungkin terjadi jika hanya tersebut menyebabkan incident yang menyebabkan terjadinya cedera, kerusakan, atau kerugian. Penilaian peluang dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Nilai Konsekuensi Resiko**

Kriteria	Penjelasan	Nilai
<i>Insignificant</i> (tidak bermakna)	Tidak ada cedera, kerugian materi sangat kecil	1
<i>Minor</i> (kecil)	Cedera ringan, memerlukan perawatan P3K, langsung dapat ditangani di lokasi kejadian, kerugian materi sedang	2
<i>Moderate</i> (sedang)	Hilang hari kerja, memerlukan perawatan medis, kerugian materi cukup besar.	5
Major ( besar)	Cedera mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total, kerugian material besar.	10
Fatal	Menyebabkan kematian, kerugian materi sangat besar	20

Nilai resiko diperoleh dari paparan x peluang x konsekuensi. Kemudian tiap nilai dibedakan tingkatan dan cara penanggannya. Tingkatan nilai resiko yaitu E, H, M, dan L. Kategori E menunjukkan *Extreme risk*, kategori H menunjukkan *High risk*, kategori M menunjukkan *Medium risk*, dan L menunjukkan *Low risk*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.

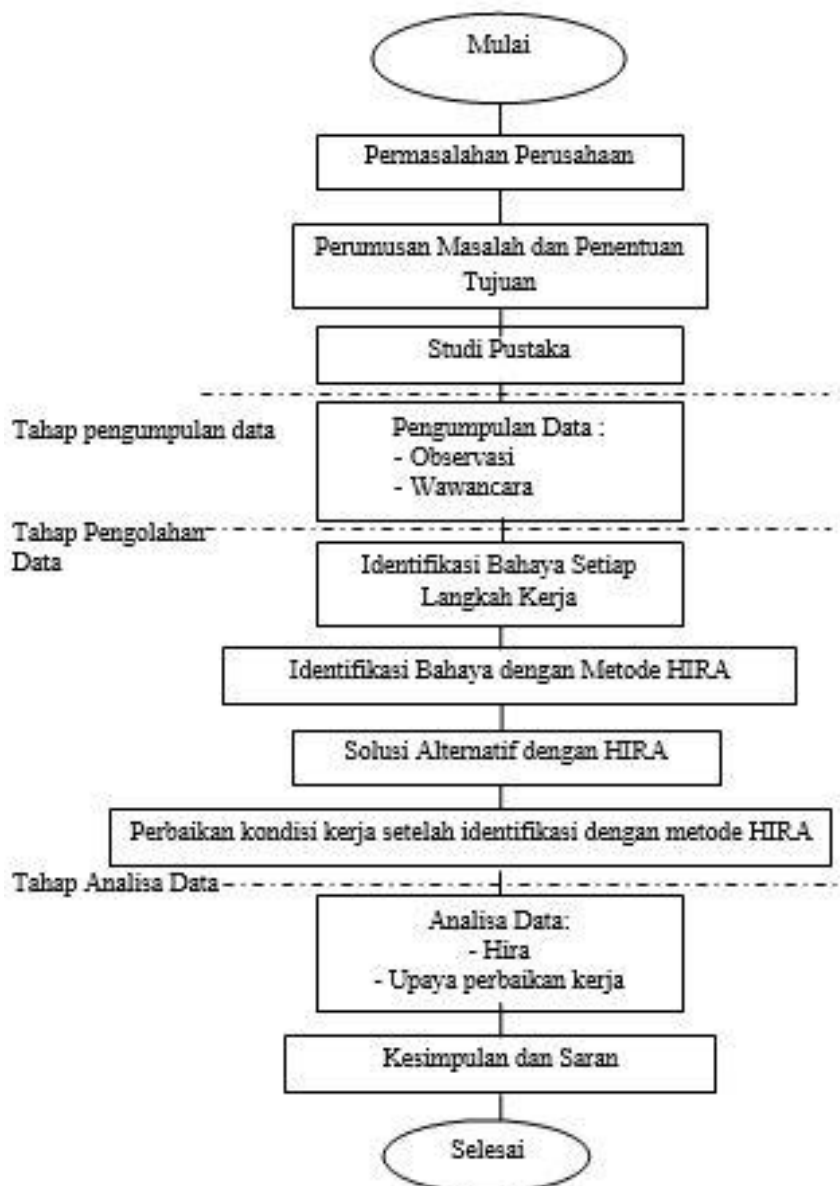
**Tabel 5. Nilai Resiko**

Nilai	Tingkatan	Keterangan
>20	E	<i>Extreme risk</i> (resiko ekstrim), perlu penanggulangan segera atau penghentian kegiatan atau keterlibatan manajemen puncak. Perbaikan sesegera mungkin.
>10	H	<i>High risk</i> (resiko tinggi), perlu pelatihan oleh pihak manajemen, penjadwalan tindakan perbaikan secepatnya.
3-10	M	<i>Moderate risk</i> (resiko menengah), penanganan oleh manajemen terkait.
<3	L	<i>Low risk</i> (resiko rendah), kendalikan dengan prosedur rutin.

Hasil perhitungan nilai resiko (E×L×K) akan menentukan tingkat resiko dan cara pengendalian yang sesuai berdasarkan literatur dan kondisi di lokasi. Cara pengendalian resiko kecelakaan akan menjadi rekomendasi untuk pelaksanaan K3 di PT Madu Baru.

**Tabel 6. Ketentuan tindak lanjut**

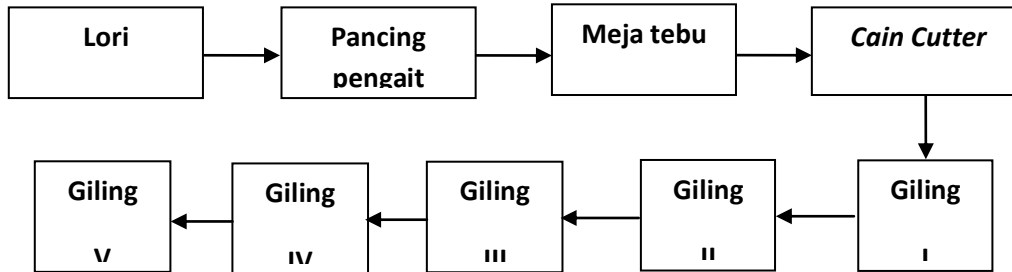
No	Tingkat Resiko	Tindak Lanjut
1	Resiko rendah	Pengendalian tambahan tidak diperlukan. Hal yang perlu diperhatikan adalah jalan keluar yang lebih menghemat biaya atau peningkatan yang tidak memerlukan biaya tambahan besar. Pemantauan diperlukan untuk memastikan bahwa pengendalian dipelihara dan diterapkan dengan baik dan benar
2	Resiko sedang	Perlu tindakan untuk mengurangi resiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan perlu diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi. Pengukuran pengurangan resiko perlu diterapkan dengan baik dan benar.
3	Resiko tinggi	Pekerjaan tidak dilaksanakan sampai resiko telah direduksi. Perlu dipertimbangkan sumber daya yang akan dialokasikan untuk mereduksi resiko. Bilamana resiko ada dalam pelaksanaan pekerjaan, maka tindakan segera dilakukan.
4	Resiko ekstrem	Pekerjaan tidak dilaksanakan atau dilanjutkan sampai resiko telah direduksi. Jika tidak memungkinkan untuk mereduksi resiko dengan sumber daya yang terbatas, maka pekerjaan tidak dapat dilaksanakan.



**Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah**

## DATA DAN ANALISIS

Bagian atau unit penggilingan pada PT. Madu Baru memiliki urutan langkah kerja seperti skema pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Penggilingan Tebu di PT. Madu Baru Yogyakarta

Proses produksi tersebut memiliki aspek bahaya (*hazard*) di setiap kegiatannya, adapun untuk mengetahui aspek bahaya dilakukan identifikasi bahaya setiap langkah kerja, antara lain:

1. Pengangkutan dari lori menuju meja tebu (lori menggunakan pancing pengait diangkut ke meja tebu). Potensi bahaya yang terjadi berupa cedera kaki (kaki patah, lecet), tangan (tangan patah, lecet), dan cedera kepala (tertimpa tebu atau pancing pengait).
2. Meja tebu (mengalirkan tebu menuju mesin cacah). Potensi bahaya yang terjadi berupa cedera tangan dan mata (terkena serpihan tebu).
3. Mesin penghancur (menghancurkan tebu yang sudah melewati mesin cacah). Potensi bahaya yang terjadi berupa cedera tangan dan mata.
4. Mesin penggiling (tahap proses penggilingan setelah tebu dihancurkan). Pada bagian ini mempunyai potensi bahaya terkena panas, terkena debu, tangan tergecet, kult dan mata berpotensi terkena cairan nira panas.

HIRA merupakan elemen pokok dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang berkaitan langsung dengan upaya pencegahan dan pengendalian bahaya. HIRA harus dilakukan di seluruh aktivitas organisasi untuk menentukan kegiatan organisasi yang mengandung potensi bahaya dan menimbulkan dampak serius terhadap keselamatan dan kesehatan kerja.

Identifikasi dan penilaian resiko adalah dasar pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja yang disusun berdasarkan tingkat resiko yang ada di lingkungan kerja. Langkah-langkah yang diambil untuk mengidentifikasi bahaya yang ada di PT Madu Baru adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan jenis pekerjaan/tugas
2. Menetapkan proses atau aktivitas pekerjaan
3. Material dan energy yang di gunakan
4. Kondisi pekerja
5. Adanya perubahan sistem dan proses
6. Hasil dari proses produksi
7. Bagaimana kondisi lingkungan kerja
8. Faktor eksternal yang mempengaruhi

Proses evaluasi resiko-resiko yang diakibatkan adanya bahaya-bahaya, dengan memperhatikan kecukupan pengendalian yang dimiliki, dan menentukan apakah resikonya bahaya atau tidak. Proses penilaian resiko yang dilakukan untuk PT Madu Baru adalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi aktifitas kerja
2. Identifikasi bahaya potensial
3. Analisa resiko
4. Evaluasi
5. Seleksi prioritas
6. Investigasi
7. Pengendalian operasional
8. Tujuan dan sasaran K3
9. Program manajemen K3

Adapun penilaian hasil pengamatan di PT Madu baru secara lengkap dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

**Tabel 7. Hasil Penilaian Resiko di PT. Madu Baru**

No	Kegiatan	Bahaya	Resiko	Penilaian resiko				Tingkat resiko	Tindak lanjut
				E	L	K	Nilai resiko		
1	Memantau Pengangkutan tebu dari lori menuju meja tebu)	Terserempet lori	Patah tangan, patah kaki, tangan kaki lecet atau luka	6	0,1	5	3	L	Rambu-rambu kerja, penggunaan APD
2	Memantau Pengangkutan tebu dari lori menuju meja tebu	Tertimpa tebu yang lepas dari lori	Tangan kaki lecet atau luka	1	0,1	2	0,2	L	Penggunaan APD
3	Pengoperasian pancing pengait ( mengamati Pengangkutan tebu dari lori menuju meja tebu	Tertimpa pancing pengait	Luka pada kepala	1	0,05	5	0,25	L	Pengecekan alat secara berkala, penggunaan pelindung kepala
4	Pancing pengait atau bagian pengoperasian mesin pengangkat	Tertimpa muntahan tebu	Luka pada kepala, kaki atau tangan lecet	3	0,3	2	1,8	L	Penggunaan APD
5	Meja tebu (aktifitas membenarkan posisi tebu)	Tangan terjepit	Tangan lecet dan tangan patah	2	0,1	5	1	L	Menggunakan alat bantu kerja
7	Pengoperasian meja tebu (aktifitas ketika memasang rantai tebu)	Rantai meja tebu terlepas	Luka pada kepala	10	0,05	5	2,5	L	Penggunaan APD
8	<i>Cain cutter</i> (penyemprotan air ke mesin)	Terjatuh dari tangga penyemprot	Luka pada anggota badan	3	0,3	5	4,5	M	Memasang pipa air didekat mesin <i>cain cutter</i>
9	<i>Cain cutter</i> (memasukkan kembali tebu yang keluar dari mesin)	Terkena pisau pemotong tebu	Tangan lecet dan patah	3	0,3	5	0,25	L	Menggunakan alat bantu, berupa tongkat kayu
10	Mengoperasian mesin penggilingan	Terkena air nira	Luka bakar melepuh	3	0,3	5	4,5	M	Memakai <i>wearpack</i>
11	Mengoperasian mesin penggilingan	Terjatuh karena ruang terlalu gelap	Lecet, luka	2	0,1	5	1	L	Menambah penerangan, memasang rambu-rambu
12	Mengoperasian mesin penggilingan	Suhu panas, meningkat hingga 35 <sup>0</sup> C	Suhu tubuh meningkat, mudah lelah	10	1	2	20	H	Memasang <i>turbin ventilator</i>
13	Mengoperasian mesin penggilingan	Bising, suara mesin $\geq 85$ dB	Pendengaran terganggu, konsentrasi hilang	10	1	1	10	M	Menggunakan <i>earplug</i>
14	Mengoperasian mesin penggilingan	Bau dan asap nira yang menyengat	Gangguan sistem pernafasan	10	1	1	10	M	Menggunakan masker
15	Mengoperasian mesin penggilingan	Terjatuh dari ruang kontrol mesin giling	Cidera pada anggota tubuh	2	0,1	5	1	L	Memasang rambu-rambu bahaya
16	Mengoperasian mesin penggilingan	Terkena debu dari sisa ampas tebu	Gangguan sistem pernafasan (ISPA)	10	1	1	10	M	Menggunakan masker, pasang indikator polusi debu
17	Mengoperasian mesin penggilingan (bersihkan ampas tebu)	Jari terkena serpihan sisa tebu	Luka sobek kulit dijari tangan	3	0,3	2	1,8	L	Menggunakan sarung tangan
18	Mengoperasikan mesin penggilingan (bersihkan ampas tebu)	Sisa tebu masuk kedalam pernafasan	Timbul masalah dalam pernafasan	2	0,1	5	1	L	Menggunakan masker



19	Mengontrol pelumas mesin penggilingan	Terkena oli panas	Luka bakar	2	0,1	5	1	L	Memakai sarung tangan
20	Pengoperasian mesin penggilingan drag conveyer	Jari tangan terjepit	Luka memar di jari tangan	2	0,1	5	1	L	Memakai sarung tangan
21	Pengoperasian mesin penggilingan (perbaiki Gearbox kran puteran)	Jari terjepit gearbox	Luka memar di jari	1	0,1	2	0,2	L	Memakai sarung tangan
22	Pengoperasian mesin penggilingan (perbaiki pompa jika terjadi kerusakan )	Jari tangan terkena luka tusuk	Luka sobek di jari tangan	1	0,1	5	0,5	L	Memakai sarung tangan

PT Madu Baru dalam proses produksi dibagian stasiun penggilingan menggunakan bahan yang kompleks serta peralatan dengan tingkat teknologi terbilang masih lama. Proses produksi yang menggunakan teknologi lama akan berlangsung dengan lambat karena faktor tenaga kerja manusia masih sangat dominan, tetapi disisi lain penggunaan teknologi lama dapat menimbulkan kemungkinan bahaya yang lebih besar adanya kecelakaan kerja. Oleh karenanya PT Madu Baru menganggap perlindungan terhadap tenaga kerja sangat diperlukan agar perusahaan tidak kehilangan tenaga kerja yang berakibat menghambat proses produksi yang akan merugikan perusahaan akibat kecelakaan ditempat kerja tersebut. Perusahaan yang menganggap perlindungan kerja itu penting tentunya akan memperhatikan hal-hal tersebut diatas untuk menghindari menurunnya produksi dari perusahaan, sebab dengan adanya kecelakaan kerja tersebut dapat pula mengakibatkan menurunnya produktivitas karyawan.

PT Madu Baru, selain melakukan peremajaan alat sebagai upaya mengurangi resiko kerja, juga rutin menyelenggarakan pelatihan-pelatihan yang berkaitan dengan keselamatan kerja (K3). Pelatihan-pelatihan rutin dilakukan sebelum produksi. Hal ini menunjukkan PT Madu Baru cukup memperhatikan kondisi kerja, hal ini dapat dilihat dari perbagikan tempat kerja, mulai ada program peremajaan alat serta pengawasan penggunaan APD yang cukup ketat.

Walaupun usaha untuk melindungi dan mengurangi potensi kecelakaan kerja sudah dilakukan dengan maksimal, potensi kecelakaan kerja tetaplah ada. Berkaitan dengan permasalahan tersebut penulis tertarik melakukan penelitian perbaikan kondisi kerja berdasarkan pada pendekatan HIRA untuk mengurangi kecelakaan kerja karyawan di PT Madu Baru Yogyakarta.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa hal yang dapat ditarik menjadi kesimpulan sebagai berikut:

1. Ada dua penyebab kecelakaan kerja di PT. Madu Baru yaitu faktor lingkungan kerja yang kurang mendukung untuk bekerja yang disebabkan karena banyak alat atau mesin yang sudah tua dan faktor manusia yang lalai.
2. Hasil penilaian resiko yang berpotensi paling besar yaitu dibagian pengoperasian mesin giling dengan bahaya suhu panas. Penanggulangannya yaitu dengan melakukan rekayasa engineering dengan memasang turbin ventilator.
3. Identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian resiko yang dilakukan merupakan salah satu dari upaya peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja. Oleh karena itu, upaya tersebut dapat meminimalisir nilai resiko yang ada.

### Saran

Berdasarkan analisis dan penarikan kesimpulan, maka ada beberapa hal yang menjadi saran dalam penelitian ini antara lain:

1. Diharapkan perusahaan mengembangkan metode identifikasi bahaya dan penilaian resiko yang lebih detail dan terperinci pada tiap proses kerja.
2. Diharapkan perusahaan selalu mensosialisasikan APD serta standar pemakaian kepada karyawan pada bagian penggilingan di PT. Madu Baru Yogyakarta . Jika masih ada yang melanggar sebaiknya diberi peringatan atau sanksi yang tegas dan yang telah mematuhi diberi reward.
3. Mendorong pelatihan yang lebih intensif, tidak hanya pada waktu menjelang masa produksi, tetapi pada setiap kesempatan.
4. Diharapkan perusahaan melakukan peremajaan mesin, serta melakukan rekayasa untuk meminimalkan resiko yang ditimbulkan.

## PUSTAKA

- Andi, Alifin, R.S; dan Chandra, Aditya. 2005. "Pengaruh budaya keselamatan dan kesehatan kerja (k3) terhadap kinerja proyek konstruksi". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 12, No. 5, pp. 45 – 57.
- Bakhtiar, D.S; dan Sulaksmono, M. 2013. " Risk Assessment Pada Pekerjaan Welding Confined Space di Bagian Ship Building PT Dok Dan Perkapalan Surabaya". *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. Vol. 2, No. 1, pp. ....
- Depnaker, 1996. *Himpunan Peraturan Perundang-Undangan Ketenaga Kerjaan*. Jakarta: Depnaker
- Handoko, T. Hani. 1995. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: BPFE.
- Manulang, Sedjun H.; dan Hamzah, Andi. 2001. *Pokok-pokok Hukum Ketenagakerjaan Indonesia*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Moenir. 1983. *Pendekatan Manusia dan Organisasi Terhadap Pembinaan Kepegawaian*. Cetakan Ke- 1. Jakarta: PT. Gunung Agung.
- Newstrom, John W. 1996. *Perilaku Dalam Organisasi* (Terjemahan oleh Agus Dharma). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ramli, Soehatman. 2009. *Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat
- Ridley, John. 2008. *Ikhtisar Kesehatan & Keselamatan Kerja*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Silalahi, Romandang B. 1985. *Manajemen dan Kesehatan Kerja. Seri Management No. 112*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Presindo.
- Soepomo. 1985. *Hukum Perburuhan Bidang Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT. Pradya.
- Suardi, Rudi. 2005. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PPM.
- Susihono, Wahyu dan Rini, Feni Akbar. 2013. "Penerapan sistem manajemen K3 dan identifikasi potensi bahaya". *Jurnal Ilmiah Pengetahuan & Penerapan Teknik Industri*. Vol. 2, No. 2, pp. ....
- Susihono, Wahyu dan Hermawan, Erdi. 2013. "Perbaikan postur kerja pendekatan Rapid Upper Limb Assesment (RULA) dan Hazzard Identification and Risk Assesment (HIRA)". *Proceedings of National Conference on Applide Ergonomics*. 12 September 2013
- Soeprihanto, John. 1996. *Penilaian Kinerja dan Pengembangan Karyawan*. Yogyakarta: BPFE.
- Stewart, Andrew; and Stewart, Valarie . 1983. *Managing the Poor Performer*. Wildwood House
- Tarwaka, 2008. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Surakarta. Harapan Press
- International Labour Office.1986. *Penelitian Kerja dan Produktivitas* (Penerjemah J.L. Wetik). Jakarta: Erlangga

## Perencanaan Strategi Bisnis dengan Menggunakan SWOT Matriks, IE Matriks, SPACE Matriks, dan QSPM (Studi Kasus: Banaran 9 Resort)

Purnima<sup>1</sup>, Nia Budi Puspitasari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

Email: [purnima.9992@gmail.com](mailto:purnima.9992@gmail.com); [niabudipuspitasari@gmail.com](mailto:niabudipuspitasari@gmail.com)

### ABSTRAKS

Banaran 9 Resort terletak pada segitiga emas Bawen-Solo. Sebagai resort yang baru saja berdiri, Banaran 9 Resort sedang berada pada keadaan yang tidak optimal ditandai dengan target pendapatan dan tingkat occupancy room yang belum tercapai dan naik turun secara tidak menentu. Dengan keadaan seperti itu, maka Banaran 9 Resort memerlukan adanya suatu perencanaan strategi yang diharapkan dapat mengoptimalkan pendapatannya pada masa yang akan datang. Perencanaan strategis ini dilakukan dengan cara mencari strategi yang paling cocok yang akan digunakan oleh Banaran 9 Resort disesuaikan dengan keadaan internal dan eksternal. Strategi ini dirancang dengan menggunakan tools SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats) dengan menghasilkan strategi penetrasi pasar, pengembangan produk, integrasi ke depan, dan diversifikasi konsentrik. Matriks Internal-Eksternal (IE) menghasilkan strategi penetrasi pasar dan pengembangan produk. SPACE Matrix menghasilkan strategi sgresif. Setelah diperoleh beberapa strategi, maka dilakukan pemilihan strategi dengan menggunakan Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM) sehingga terpilih penetrasi pasar sebagai strategi prioritas untuk mengembangkan bisnis Banaran 9 Resort.

**Kata Kunci:** Banaran 9 Resort, SPACE Matrix, SWOT, QSPM.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Kota Semarang adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia sekaligus kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Medan. Untuk memenuhi perkembangan wisatanya, maka Semarang melakukan banyak pembangunan hotel dan *Resort* yang dapat memenuhi kebutuhan wisatawan yang datang ke Semarang. *Resort* adalah hotel yang dirancang untuk tamu yang mempunyai tujuan khusus yaitu untuk istirahat atau rekreasi yang biasanya berada di kawasan wisata seperti pegunungan, pantai dan pedalaman (Darsono, 1992). Sedangkan Hotel merupakan suatu perusahaan yang menyediakan jasa-jasa dalam bentuk akomodasi (penginapan) serta menyajikan hidangan dan fasilitas lainnya dalam hotel untuk umum, yang memenuhi syarat *comfort* dan bertujuan komersil (Damardjati, 2002). Saat ini, hotel dan *resort* bukan hanya saja digunakan sebagai tempat berlibur keluarga. Belakang ini banyak acara *gathering* dan *meeting* suatu perusahaan atau instansi yang dilakukan di hotel ataupun *Resort*.

Banaran 9 *Resort* merupakan salah satu dari *Resort* yang ada di Kota Semarang. Banaran 9 *Resort* adalah bagian dari Wisata Agro 9 yang merupakan salah satu unit usaha PT Perkebunan Nusantara 9 Persero Semarang. Banaran 9 *Resort* terletak di Jalan Raya Bawen-Solo KM 1,5 Bawen, Semarang, Jawa Tengah. Banaran 9 *Resort* berada dalam kawasan Kampong Kopi Banaran yang merupakan salah satu Wisata Agro yang dimiliki oleh PT. Perkebunan Nusantara IX (Persero).

Tabel 1 *Occupancy Room* di Banaran 9 *Resort*

Bulan	Room Occupancy (%)
April	9
Mei	27
Juni	30
Juli	26
Agustus	44
September	17

Oktober	22
November	60
Desember	43

Sumber: Data Banaran 9 Resort

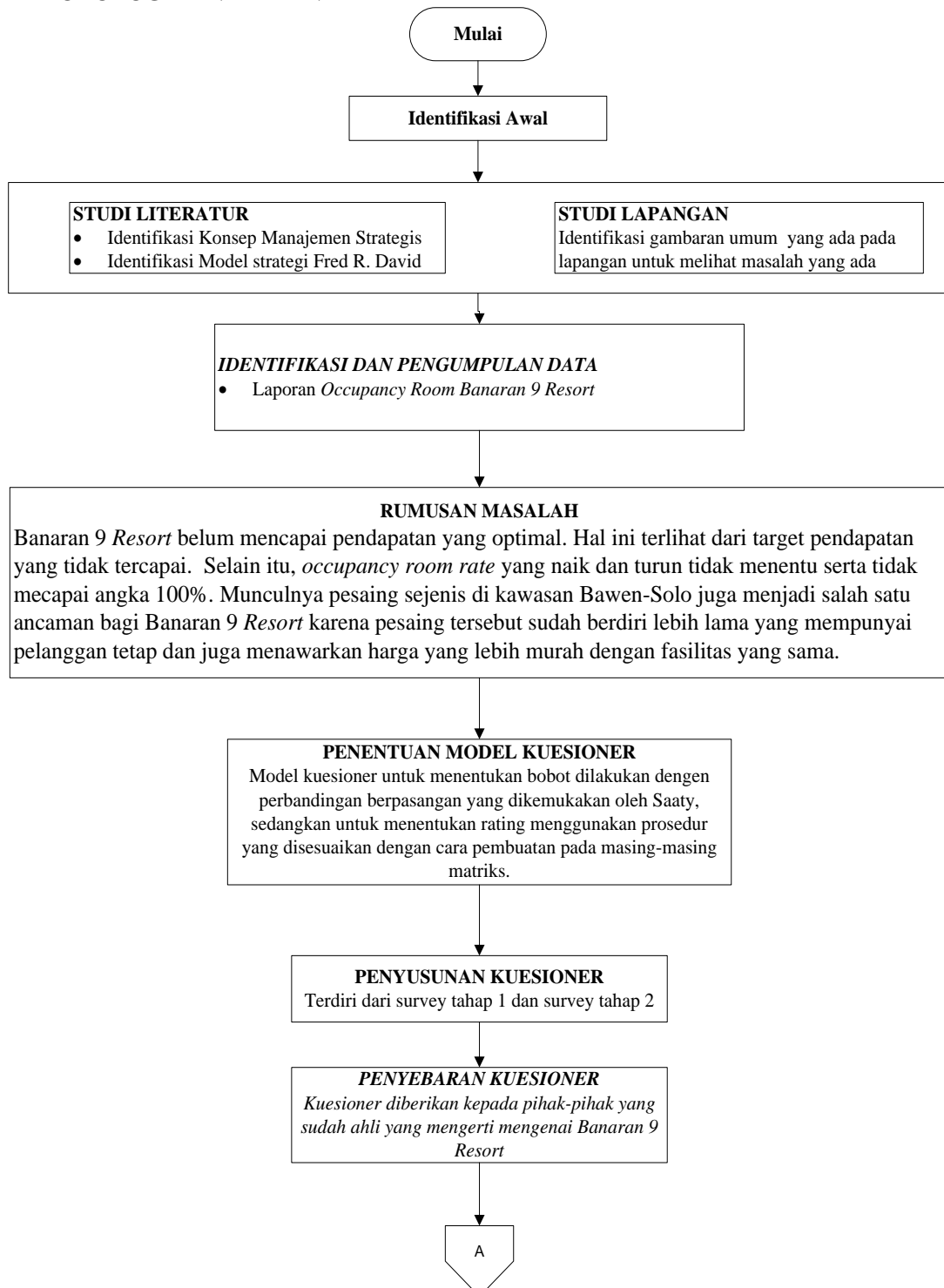
Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa *occupancy* mengalami kenaikan dan penurunan tidak menentu. Pada bulan April sebesar 9% kemudian mengalami kenaikan pada Bulan Mei menjadi 27% dan naik kembali pada bulan Juni menjadi 30%. Sedangkan kemudian turun pada Bulan Juli yang hanya sebesar 26%. Hal ini juga terjadi pada bulan-bulan berikutnya. Penurunan ini terjadi pada bulan liburan sekolah seperti pada bulan Juli yang hanya 26% dan pada bulan September yang hanya 17%. Hal ini juga terjadi pada bulan Desember dengan *occupancy rate* yang turun dari bulan berikutnya menjadi 43%, padahal dapat diketahui bahwa pada Bulan Desember terdapat libur panjang hari raya dan juga pada bulan tersebut biasanya banyak perusahaan ataupun organisasi yang melakukan *gathering*.

Berdasarkan Manajer *Marketing* Banaran 9 Resort, sampai saat ini belum ada strategi yang optimal yang dapat digunakan oleh Banaran 9 Resort untuk mengembangkan *Resort* yang baru saja berdiri ini. Hal ini dikarenakan belum adanya penelitian mengenai strategi apa yang tepat digunakan untuk mengembangkan Banaran 9 Resort. Banaran 9 Resort ini baru saja berdiri, maka pihak pengelola masih fokus kepada pembuatan sertifikasi untuk *Resort* ini.

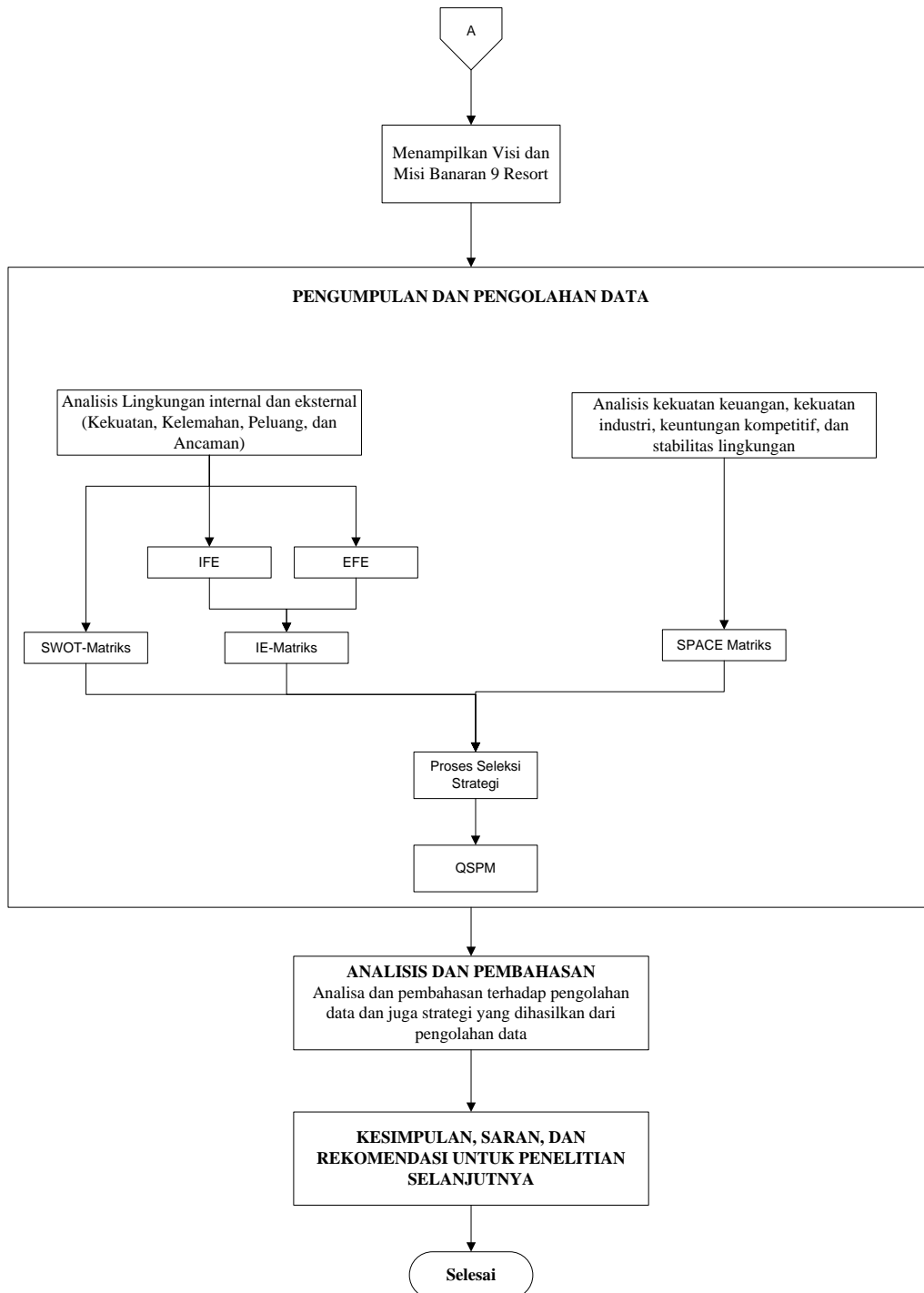
Berdasarkan latar belakang di atas terlihat bahwa Banaran 9 Resort belum mencapai keadaan yang optimal. *Occupancy room rate* yang naik dan turun tidak menentu serta tidak mencapai angka 100%. Munculnya pesaing sejenis di kawasan Bawen-Solo juga menjadi salah satu ancaman bagi Banaran 9 Resort karena pesaing tersebut sudah berdiri lebih lama yang mempunyai pelanggan tetap dan juga menawarkan harga yang lebih murah dengan fasilitas yang sama.

Tujuan dari penelitian pada Banaran 9 Resort ini pertama menganalisis faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi tingkat kunjungan Banaran 9 Resort. Kedua menyusun rancangan strategi alternatif yang sesuai untuk Banaran 9 Resort dengan menggunakan alat bantu penyusunan strategi. Ketiga memilih prioritas strategi alternatif yang dapat digunakan oleh Banaran 9 Resort sesuai dengan keadaan internal dan eksternalnya.

## METODOLOGI PENELITIAN

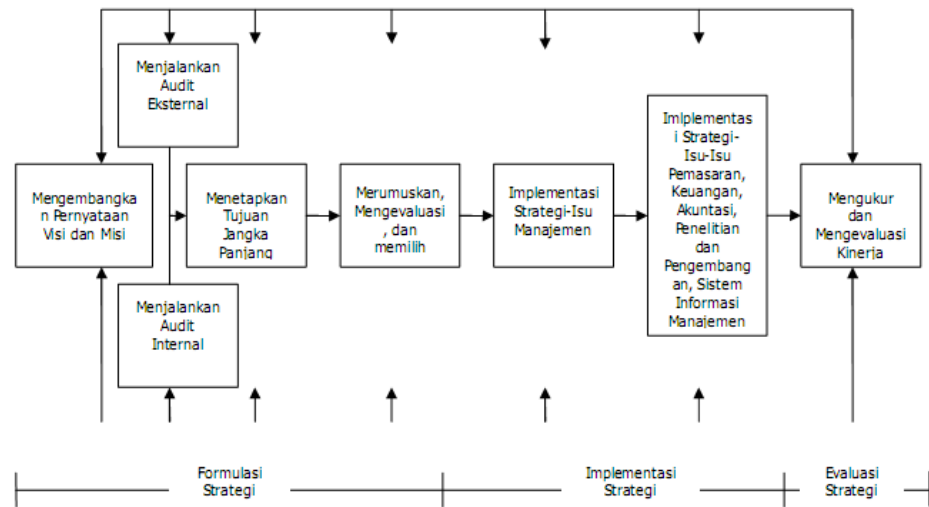


Gambar 1 Metodologi Penelitian



Gambar 1 Metodologi Penelitian (lanjutan)

Menurut David (2009) pengertian manajemen strategis adalah seni dan pengetahuan dalam merumuskan, mengimplementasikan, serta mengevaluasi keputusan-keputusan lintas-fungsional yang memapukan sebuah organisasi mencapai tujuannya. David (2009) mendefinisikan strategi sebagai sarana untuk mencapai tujuan jangka panjang. Strategi merupakan aksi potensial yang membutuhkan keputusan manajemen puncak dan sumber daya perusahaan dalam jumlah yang besar. Selain itu, strategi mempengaruhi perkembangan jangka panjang perusahaan, biasanya untuk lima tahun kedepan, dan karenanya berorientasi ke masa yang akan datang. Strategi perlu mempertimbangkan faktor eksternal maupun internal yang dihadapi perusahaan.



**Gambar 2 Model Manajemen Strategis**  
Sumber: David, 2009

Pada penelitian ini, tahap perumusan strategi yang digunakan berbeda dengan tahap perumusan strategi dari Fred R. David. Pada penelitian ini hanya menggunakan SWOT Matriks, IE Matriks, dan SPACE Matriks untuk pembuatan strategi dan menggunakan QSPM untuk tahap pemilihan prioritas strategi. Hal ini dilakukan karena pada penelitian ini hanya membuat strategi dilihat dari keadaan perusahaan dan tidak memperhitungkan pesaing perusahaan yang ada di luar.

Matriks SWOT adalah sebuah alat pencocokan yang penting yang membantu para manajer mengembangkan empat jenis strategi: Strategi SO (kekuatan-peluang), Strategi WO (kelemahan-peluang), Strategi ST (kekuatan ancaman), dan Strategi WT (kelemahan-ancaman).

Matriks SPACE atau dapat juga disebut Matriks Posisi Strategis dan Evaluasi Tindakan, menunjukkan apakah strategi yang paling sesuai untuk organisasi adalah strategi agresif, konservatif, defensif, atau kompetitif. Sumbu Matriks SPACE menunjukkan dua dimensi internal kekuatan *financial*-FS dan keunggulan kompetitif-CA dan dua dimensi eksternal stabilitas lingkungan-ES dan kekuatan industri-IS.

Matriks IE (Internal-External) memposisikan berbagai divisi suatu organisasi dalam tampilan sembilan sel. Matriks IE didasarkan pada dua dimensi kunci: skor bobot IFE total pada sumbu x dan skor bobot EFE total pada sumbu y. Diluar strategi-strategi pemeringkatan untuk mendapatkan daftar prioritas, hanya ada satu teknik analitis dalam literatur yang dirancang untuk menentukan daya tarik relatif dari berbagai tindakan alternatif. Teknik tersebut adalah Matriks Perencanaan Strategis Kuantitatif (*Quantitative Strategic Planning Matrix—QSPM*). Teknik ini secara objektif menunjukkan strategi mana yang terbaik. QSPM menggunakan analisis input dari Tahap 1 dan hasil pencocokan dari analisis Tahap 2 untuk secara objektif menentukan strategi yang hendak dijalankan di antara strategi-strategi alternatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Visi dari Banaran 9 Resort adalah “Menjadi perusahaan berdaya saing tinggi dan tumbuh berkembang bersama mitra”

Misi dari Banaran 9 Resort adalah:

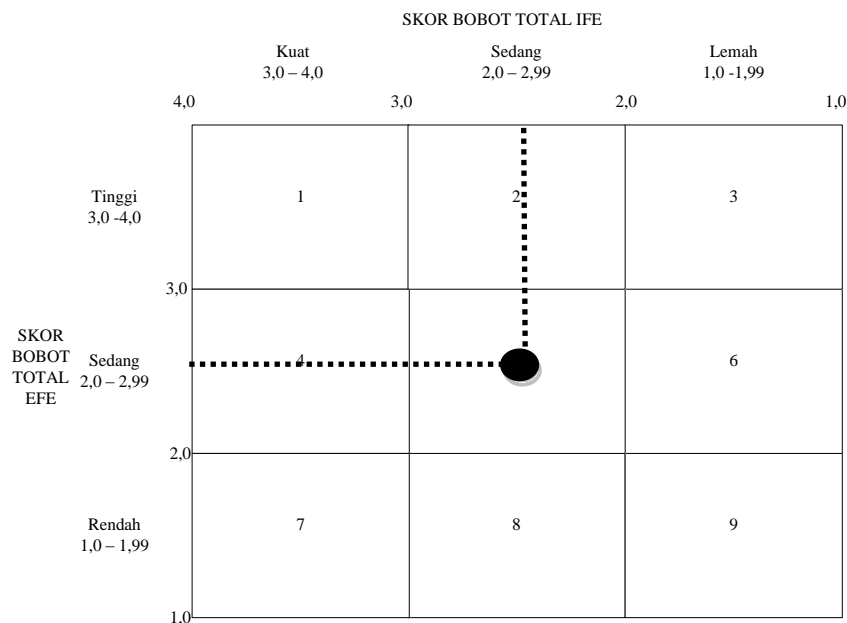
- Memasarkan produk Resort hotel untuk menghasilkan pertumbuhan laba.
- Mendukung kelestarian lingkungan, memberikan kenyamanan terhadap tamu, memberikan pelayanan prima untuk mewujudkan kepuasan tamu.

SWOT Matriks Banaran 9 Resort mendapatkan tujuh strategi yaitu:

1. Memberikan paket-paket khusus untuk tamu personal ataupun tamu grup pada hari-hari libur seperti libur nasional, libur keagamaan, dan libur sekolah. (S2, S4, O1, O4)

2. Mengembangkan jasa-jasa baru yang dapat diterapkan di *Resort* seperti pembuatan restoran khusus *Resort* yang menghadap ke panorama Rawa Pening. (S1, S3, O4)
3. Membuat *website* khusus untuk Banaran 9 *Resort* sehingga tamu dapat dengan mudah mengakses dan melakukan pemesanan kamar pada Banaran 9 *Resort* (W1, W2, O1, O2, O4)
4. Membuat program khusus pada malam hari seperti live music atau penampilan seni yang secara khusus diselenggarakan pada malam hari khususnya pada hari-hari tertentu saat *Resort* ramai pengunjung. (W4, O4)
5. Membuat paket-paket khusus dengan biaya yang terjangkau diperuntukkan untuk tamu grup yang ber-*budget* rendah. (S4, W1, W2, W4)
6. Menjalin kerjasama dengan perusahaan-perusahaan di sekitar Semarang – Solo – Jogjakarta dengan harga khusus untuk perusahaan-perusahaan yang sudah berlangganan secara tetap. (S2, S3, S4, T1, T2, T4)
7. Menjalin kerjasama dengan penyedia paket *tour* ataupun dengan penyedia paket *travel* yang dapat dengan mudah diakses dan dipesan lewat internet seperti tiket.com, *traveloka*, dll. (W1, W2, T1, T3)

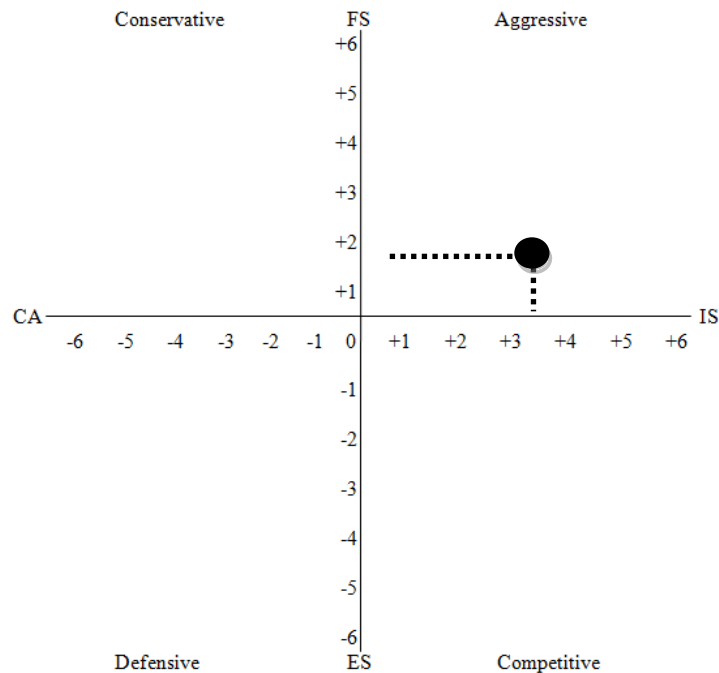
IE-Matrix dari Banaran 9 *Resort* dapat dilihat pada gambar



Gambar 3 Posisi Banaran 9 *Resort* pada IE Matriks



SPACE Matriks dari Banaran 9 Resort dapat dilihat pada gambar



Gambar 4 Posisi Banaran 9 Resort pada SPACE Matriks

Tabel 2 Proses Seleksi Strategi Banaran 9 Resort

ALTERNATIF STRATEGI	SWOT	SPACE	IE	TOTAL
Integrasi ke depan	x			1
Integrasi ke belakang				
Integrasi horizontal				
Penetrasi pasar	x	x	x	3
Pengembangan Pasar		x		
Pengembangan Produk	x	x	x	3
Diversifikasi Konsentrik	x	x		2
Diversifikasi konglomerasi		x		1
Diversifikasi Horizontal		x		1

Dari hasil seleksi strategi yang paling banyak terpilih adalah strategi penetrasi pasar dan strategi pengembangan produk. Setelah itu dilakukan proses pemilihan prioritas strategi yang akan digunakan sesuai dengan keadaan internal dan eksternal Banaran 9 Resort dengan menggunakan QSPM. Hasil dari QSPM memperlihatkan bahwa Banaran 9 Resort sebaiknya menggunakan strategi penetrasi pasar sebagai prioritas utama pelaksanaan strategi dan prioritas kedua menggunakan strategi pengembangan produk.

Dari hasil penyusunan strategi dan pemilihan prioritas strategi, didapatkan strategi penetrasi pasar sebagai prioritas strategi yang utama. Strategi penetrasi pasar yang terpilih ini dinilai cocok untuk Banaran 9 Resort. Hal ini terlihat dari posisi Banaran 9 Resort yang berada pada tahap pengenalan produk dan pertumbuhan produk dalam posisi daur hidup produk. Pada tahap pengenalan dan pertumbuhan produk diperlukan usaha pemasaran yang intensif dikarenakan pada tahap ini biasanya produk/jasa merupakan produk/jasa baru yang memerlukan pengenalan lewat iklan ataupun *website*. Dengan usaha pemasaran ataupun promosi jasa yang intensif, maka diharapkan masyarakat mengenal produk/jasa baru tersebut. Strategi penetrasi pasar juga dinilai sesuai dengan visi Banaran 9 Resort yang ingin menjadi perusahaan berdaya saing tinggi dan tumbuh bersama mitra. Strategi penetrasi pasar yang melakukan upaya-upaya pemasaran yang intensif diharapkan dapat membuat Banaran 9 Resort menjadi salah satu *resort* yang berdaya saing tinggi dengan para pesaing di sekitarnya yang juga menawarkan produk/jasa sejenis. Sedangkan upaya Banaran 9 Resort melakukan upaya promosi kepada perusahaan/organisasi/grup

disekitarnya diharapkan dapat membuat Banaran 9 *Resort* dapat tumbuh dan berkembang bersama konsumennya tersebut.

Pada QSPM, strategi kedua yang terpilih dan menjadi prioritas kedua adalah strategi pengembangan produk. Strategi ini merupakan strategi yang perlu dipertimbangkan juga dalam membangun bisnis Banaran 9 *Resort*. Strategi ini dilakukan dengan mengupayakan peningkatan penjualan melalui perbaikan produk atau jasa saat ini atau pengembangan produk atau jasa baru. Strategi pengembangan produk tidak cocok untuk diterapkan pada Banaran 9 *Resort* yang saat ini masih berada pada tahap pengenalan dan pertumbuhan produk yang tidak mempunyai dana yang banyak untuk melakukan perkembangan produk yang baru. Strategi ini tetap dapat dilakukan oleh Banaran 9 *Resort* ketika Banaran 9 *Resort* sudah berada pada tahap kedewasaan ketika sudah mempunyai banyak pengunjung tetap dan langganan perusahaan/grup/organisasi. Dimana ketika tahap tersebut pasti akan banyak pengunjung atau tamu yang mengalami kejenuhan dengan jasa yang ditawarkan oleh Banaran 9 *Resort*. Pada saat itulah diperlukan pengembangan produk/jasa yang sudah ada ataupun pembuatan produk/jasa baru agar pengunjung tidak mengalami kejenuhan dan tetap loyal pada Banaran 9 *Resort*.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Banaran 9 *Resort* dipengaruhi oleh lingkungan internal dan eksternal. Kondisi internal terdiri dari kekuatan dan kelemahan, sedangkan kondisi eksternal dari Banaran 9 *Resort* terdiri dari peluang dan ancaman. Setelah dilakukan analisis lingkungan internal dan eksternal, maka dibuat alat bantu yang digunakan untuk menyusun strategi alternatif untuk Banaran 9 *Resort*. Alat bantu yang digunakan untuk menyusun strategi adalah SWOT, IE-Matriks, dan SPACE Matriks. Setelah didapatkan strategi-strategi alternatif Banaran 9 *Resort*, maka dilakukan pemilihan strategi mana yang dipilih oleh ketiga alat bantu tersebut. Setelah dilakukan pemilihan, terpilihnya penetrasi pasar dan pengembangan produk sebagai alternatif strategi yang dipilih oleh SWOT, IE-Matriks, dan SPACE Matriks. Sesuai dengan hasil QSPM, strategi penetrasi pasar terpilih menjadi strategi prioritas pertama untuk Banaran 9 *Resort*. Selain strategi penetrasi pasar, strategi pengembangan produk juga dapat dilakukan sebagai prioritas kedua alternatif strategi.

### **PUSTAKA**

- Damardjati, R.S. 1995. *Istilah-istilah Dunia Pariwisata*. Jakarta: Pradnya Paramita.  
Darsono, A. 1992. *Kantor Depan Hotel*. Jakarta: PT Gramedia Widia.  
David, F.R. 2006. *Mnajemen Strategis-Edisi Sepuluh*. Jakarta: Salemba Empat.

## REDESAIN WEBSITE PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS DIPONEGORO DARI ASPEK INTERFACE DENGAN METODE USER CENTERED DESIGN

Reta Satriavi<sup>1</sup>, Heru Prastawa<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: retasatriavi@gmail.com<sup>1</sup>, heruprastawa@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAKS

Dalam pemanfaatan website perpustakaan Universitas Diponegoro ([www.digilib.undip.ac.id](http://www.digilib.undip.ac.id)) di kalangan mahasiswa ditemukan permasalahan yakni kesulitan dalam mengakses. Salah satu permasalahan usability pada interface ditunjukkan pada hasil kuisisioner Website Evaluation Tool. Redesain interface diperlukan website perpustakaan Universitas Diponegoro menggunakan metode User Centered Design sehingga dapat memenuhi tujuan dan kebutuhan pengguna untuk meningkatkan usability. Dalam penelitian dilakukan redesign website melalui tahapan spesifikasi konteks kegunaan, spesifikasi kebutuhan, solusi desain, dan evaluasi desain. Redesain dilakukan dengan menambahkan panduan, penataan konten search, pelabelan atau pemberian nama konten pada Repositori, dan penataan pada E-Journal dan Katalog Buku. Setelah website dilakukan redesign, dilakukan evaluasi usability testing dengan kriteria efektivitas, efisiensi, dan kepuasan yang dihitung melalui Single Usability Metric. Pengukuran efektivitas diperoleh dari jumlah eror dan tingkat keberhasilan, efisiensi diperoleh dari waktu yang dihabiskan pengguna, dan kepuasan diperoleh dari mean After Task Scenario Questionnaire. Hasil redesign menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai usability secara signifikan pada responden pengguna pemula ( $p \leq 0$ ).

**Kata Kunci:** Website Perpustakaan, User Centered Design, Usability, Single Usability Metric

### PENDAHULUAN

Universitas Diponegoro (UNDIP) sebagai salah satu perguruan tinggi negeri di Indonesia telah memanfaatkan teknologi informasi untuk mendukung kinerja perguruan tinggi melalui layanan website perpustakaan sejak tahun 2009. Website perpustakaan merupakan fasilitas bagi seluruh civitas akademik UNDIP, dengan fasilitas ini pengguna dapat mengakses informasi perpustakaan secara online. Website perpustakaan UNDIP adalah <http://digilib.undip.ac.id>. Karya ilmiah akademik dari website perpustakaan UNDIP baik berupa hasil karya Skripsi/Tugas Akhir, Tesis, Desertasi maupun hasil hasil riset yang dipublikasikan menempati peringkat 1 di Indonesia dan peringkat 71 di dunia, berdasarkan indikator *size*, *visibility*, *rich files*, dan *scholar* (Webometrics, 2014). Peringkat Webometrics yang diperoleh dapat dijadikan parameter bahwa publikasi ilmiah lewat website perpustakaan UNDIP telah dijadikan rujukan secara luas bagi karya ilmiah akademik lainnya.

Studi pendahuluan dilakukan terhadap 51 mahasiswa di 11 fakultas UNDIP diketahui sebanyak 86% responden sudah mengetahui adanya konten Katalog Buku, E-journal dan Repositori pada website perpustakaan UNDIP. Dan sebanyak 71% responden mengalami kesulitan dalam menggunakan website perpustakaan UNDIP, kesulitan yang dikeluhkan oleh responden adalah kesulitan dalam pencarian informasi yang dibutuhkan (63%), kurangnya petunjuk atau panduan (19%), tampilan kurang komunikatif (8%), dan lain-lain (8%). Hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Tata Usaha Unit Pelaksana Teknis (UPT) Perpustakaan UNDIP (2014) menunjukkan bahwa perancangan website perpustakaan hanya mempertimbangkan tujuan dan kebutuhan dari sisi pembuat dan UPT Perpustakaan UNDIP saja, tidak melibatkan pengguna.

Menurut pendapat Bevan, Kirakowski, dan Maissel (1991), kemudahan penggunaan dan penerimaan produk untuk pengguna untuk mencapai tujuan yang diharapkan merupakan ruang lingkup dari usability. Kesulitan dalam mengakses atau menggunakan website perpustakaan UNDIP dapat menjadi suatu permasalahan usability dalam website. Untuk menggali dalam lebih dalam permasalahan usability yang terjadi, digunakan kuisisioner Website Evaluation Tool (WEBUSE) yang diberikan kepada 51 responden. Kuisisioner WEBUSE dikembangkan oleh Chiew dan Salim (2003), yang digunakan untuk evaluasi website melalui pembahasan usability di masing-masing katagori pada user interface. Berikut adalah rekapitulasi nilai usability beserta penggolongannya untuk masing-masing katagori:

- *Content, organization, and readability*, nilai 0,39 golongan *poor*.
- *Navigation and links*, nilai 0,39 golongan *poor*.
- *User interface design*, nilai 0,38 golongan *poor*.
- *Performance and effectiveness*, nilai 0,39 golongan *poor*.

Dari hasil di atas diketahui bahwa nilai *usability* pada katagori *poor* terdapat pada keempat katagori WEBUSE. Permasalahan *usability* pada *interface* tentunya dapat mengurangi pencapaian tujuan yang dikehendaki pengguna dalam penggunaan *website*. Metode *User Centered Design* (UCD) dapat dimanfaatkan sebagai konsep pengembangan produk baik perangkat lunak maupun perangkat keras yang berorientasi pada pengguna. Menurut Norman (1986) dalam Katz-Haas (1998) metode UCD dapat meningkatkan *usability* dan kegunaan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Oleh karena itu, metode UCD dapat diterapkan untuk melakukan perbaikan dalam *usability*.

Redesain *interface* diperlukan *website* perpustakaan UNDIP dengan menggunakan metode UCD sehingga dapat memenuhi tujuan dan kebutuhan pengguna untuk meningkatkan *usability*. Penelitian dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang dialami mahasiswa dalam penggunaan *website* perpustakaan UNDIP.
2. Mengidentifikasi kebutuhan mahasiswa dalam *website* perpustakaan UNDIP.
3. Menyusun rekomendasi perbaikan *interface website* perpustakaan UNDIP dari hasil penelitian.

## METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode UCD dimana dilakukan empat tahapan yaitu spesifikasi konteks kegunaan, spesifikasi kebutuhan, solusi desain dan evaluasi desain. Menurut Becker dan Yanotta (2013), serta penelitian yang dilakukan Tidal (2012) untuk *website* yang sudah dipublikasikan dan digunakan secara luas, maka sistem dapat dilakukan redesain melalui UCD, salah satu tahapan yakni melalui *usability testing* dapat dilakukan pada desain yang sudah ada dan pada tahapan redesain.

### Spesifikasi Konteks Kegunaan

Dalam tahapan spesifikasi konteks penggunaan digunakan untuk memahami dan menentukan konteks pengguna. Langkah yang dilakukan adalah wawancara *stakeholder* dan observasi, *task/skenario* penggunaan dan evaluasi sistem.

### Spesifikasi Kebutuhan

Spesifikasi kebutuhan merupakan penataan informasi yang dikumpulkan pada langkah sebelumnya, untuk menentukan apa saja yang diperlukan dan dibutuhkan oleh pengguna (Kahl, 2011). Dalam tahapan ini dilakukan adalah mengidentifikasi kebutuhan dan *usability* penggunaan *website*. Untuk mengidentifikasi kebutuhan penggunaan *website* selain menggunakan kuisisioner identifikasi kebutuhan, diperoleh juga dari komentar yang diberikan pada *usability testing*.

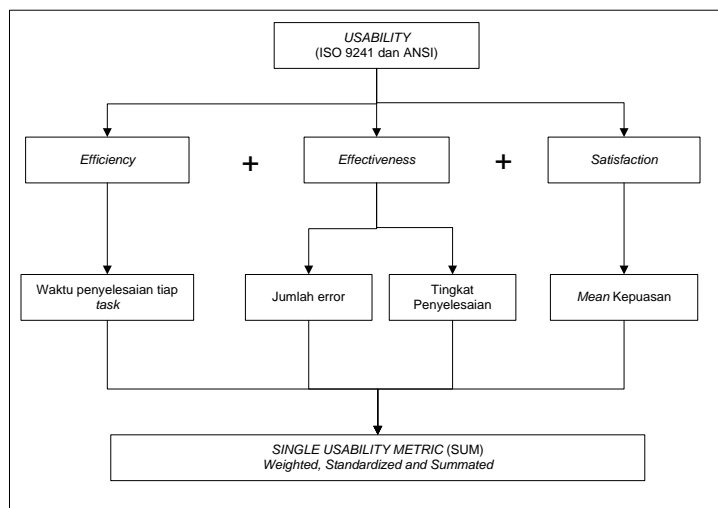
### Solusi Desain

Setelah dilakukan pengumpulan data dalam spesifikasi konteks kegunaan dan spesifikasi kebutuhan, langkah selanjutnya adalah implementasi desain *website* perpustakaan UNDIP.

### Evaluasi Desain

Pada tahapan ini rancangan diimplementasikan pada domain. Evaluasi desain dilakukan dengan membandingkan *website* yang ada dengan *website* hasil redesain dengan *usability testing* dan kuisisioner. *Usability testing* merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengevaluasi suatu produk atau sistem, yang mengacu pada suatu proses yang mempekerjakan orang sebagai peserta pengujian dan mewakili target dalam permasalahan evaluasi sejauh mana produk memenuhi tujuan penggunaan (Matera dkk, 2006). Untuk peserta dipilih 33 mahasiswa pengguna pemula sebagai responden.

*Usability testing* dilakukan berdasarkan kriteria dari International Organization for Standardization melalui ISO 9241-11 (1998) dan American National Standard for Information Technology atau ANSI (2001), yaitu efisiensi, efektivitas dan kepuasan, dan dihitung menggunakan *Single Usability Metric* (SUM). Gambar 1. berikut merupakan penjelasan dan kriteria dari SUM.



Gambar 1. SUM Model (Sauro dan Kindlund, 2005)

Perhitungan SUM menggunakan ukuran *usability* berupa efektivitas, efisiensi dan kepuasan. Pada efisiensi diukur melalui waktu yang dibutuhkan pengguna dalam menyelesaikan tugas. Efektivitas diukur dengan menghitung jumlah eror dan mengukur tingkat penyelesaian *task* dari masing-masing *website*. Analisis kepuasan diukur melalui tingkat rata-rata kepuasan pada *After Scenario Questionnaire*. Keempat komponen metrik digabungkan menggunakan metode standarisasi SUM yang diadaptasi dari Model Six Sigma.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spesifikasi Konteks Kegunaan

Dari wawancara terhadap *stakeholder* terkait dengan *website* perpustakaan UNDIP meliputi Kepala Bagian Tata Usaha UPT Perpustakaan UNDIP dan Kepala Unit Kerja Bagian Teknologi Informasi Perpustakaan UNDIP dapat diketahui bahwa sasaran pengguna *website* perpustakaan UNDIP adalah civitas akademika baik di UNDIP maupun luar UNDIP (mahasiswa dan dosen) dan pustakawan.

Dalam tahap ini dilakukan pula observasi terhadap 50 responden mahasiswa yang pernah mengakses [www.digilib.undip.ac.id](http://www.digilib.undip.ac.id). Hasil identifikasi kemampuan penggunaan komputer adalah 36% responden adalah pengguna dengan kemampuan sedang dan 34% berada pada golongan rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa desain *website* perpustakaan UNDIP harus mengakomodasi kebutuhan para pengguna dengan kemampuan komputer sedang dan rendah.

Berdasarkan hasil identifikasi konteks penggunaan dan kelompok pengguna *website*, dapat dihasilkan *task*/skenario yang mempresentasikan tugas yang dilakukan saat mengoperasikan *website*. Tabel 1. berikut adalah *task* yang sering dilakukan pengguna, dan *task* ini akan diujikan dalam tahapan *usability testing*:

Tabel 1. Katagori dan *Task* yang Diujikan

No	Katagori	<i>Task</i>
1	Menemukan informasi	Carilah daftar nama keterlambatan buku
2	Menemukan informasi	Carilah informasi layanan perpustakaan
3	Menemukan informasi	Carilah informasi link perpustakaan Indonesia
4	Menemukan e-jurnal	Carilah "Jurnal Ilmu Sosial Vol 8, No 1 (2009)"
5	Menemukan e-jurnal	Carilah "Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Volume 13 Nomor 1 Tahun 2010"
6	Menemukan repositori	Carilah Repositori Pengarang Syarifah Rieta Noviza dan Temukan Daftar Pustaka
7	Menemukan repositori	Carilah repositori Bab 1 dengan judul Analisis Penerapan Produksi Bersih pada Proses Pemeliharaan Sapi di Peternakan Bangka Botanical Garden Pangkalpinang.
8	Menemukan buku	Carilah status buku Neuroanatomi Korelatif Dan Neurologi Fungsional, Bagian 1
9	Menemukan buku	Carilah kode kelas buku Monte Carlo Calculations in Nuclear Medicine: Applications in

Dari komentar yang diberikan pada pencarian informasi perpustakaan, pencarian jurnal, repositori dan katalog buku sebagian besar mengalami kesulitan dalam mencari, letak kolom pencarian yang tidak memudahkan pengguna, tidak ada keterangan angka maupun kata yang menunjukkan bab. Hal ini berpengaruh pada performansi pengguna *website*.

### Spesifikasi Kebutuhan

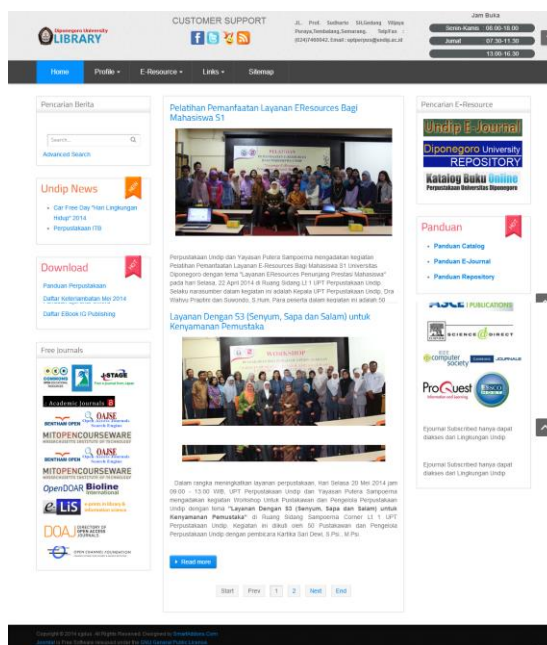
Identifikasi kebutuhan dilakukan melalui penyebaran kuisioner terbuka kepada 50 responden mahasiswa yang pernah menggunakan *website* perpustakaan UNDIP. Dari identifikasi tersebut diperoleh bahwa konten E-resource dan Home merupakan menu yang paling banyak diakses oleh responden, masing-masing sebesar 54% dan 35%. Hal tersebut dikarenakan konten-konten tersebut digunakan untuk mengakses jurnal dan mengetahui informasi mengenai perpustakaan. Untuk konten di *master page*, Jurnal yang dilanggan UNDIP (39%) dan Free Journal (31%) merupakan konten yang sering diakses. Dan untuk sub menu E-resource yang paling sering digunakan adalah E-Journal (44%), Repositori (22%) dan Catalog (15%).

Sedangkan untuk konten yang hampir jarang diakses adalah Profil (1%), Undip (3%), Undip News, E-Coffrence, E-Learning, dan Open Educational Research. Responden merasa bahwa tidak sering membuka konten tersebut karena tidak terlalu dibutuhkan oleh mereka dan konten tersebut bisa diakses langsung melalui *website* UNDIP ([www.undip.ac.id](http://www.undip.ac.id)).

Untuk identifikasi terhadap navigasi dapat diketahui kebutuhan pengguna terhadap navigasi meliputi kebutuhan *site map*, *search*, *customer support*, *help*, dan peta perpustakaan. Pada identifikasi aspek *interface*, menunjukkan bahwa dari ketiga katagori *interface*, presentase kepuasan yang paling rendah adalah warna *background*. Responden memberikan komentar pada kuisioner bahwa warna *background website* yang ada terlalu kontras dan tidak cocok sebagai *background website* edukatif.

### Solusi Desain

Pada tahap ini dilakukan proses implementasi dari prototipe kertas menjadi prototipe *offline website*. Redesain dilakukan setelah mendapatkan saran dan hasil wawancara dari responden pengguna *website* perpustakaan UNDIP. Dalam redesain juga dilakukan berdasarkan panduan perancangan *website* yang ditetapkan oleh. Gambar 3. berikut adalah hasil redesain *website* perpustakaan UNDIP.



Gambar 3. Tampilan Redesain *Website*

Penjelasan mengenai redesain adalah sebagai berikut:

- Pemberian panduan *website*, *site map*, *customer support*, dan peta perpustakaan.  
Menurut identifikasi kebutuhan, pengguna menyatakan bahwa navigasi panduan *website*, *site map*, *customer support*, dan peta perpustakaan perlu ditambahkan dalam *website*. Dengan adanya navigasi dapat digunakan pengguna untuk mempermudah pengaksesan *website*.
- Menghilangkan konten-konten yang tidak dibutuhkan.  
Konten yang hampir jarang diakses menurut pengguna adalah Profil, Undip, Undip News, E-Coffference, E-Learning, dan Open Educational Research. Sehingga redesain dilakukan dengan mengurangi dan menghilangkan konten-konten tersebut dalam *website*.
- Penataan konten *search*  
Redesain dilakukan dengan cara penataan konten *search* dengan memindahkan konten-konten journal, repositori dan katalog buku yang sebelumnya berada pada sub menu E-resource selanjutnya dikelompokkan dalam kolom di menu utama kanan. Penataan *search* juga dilakukan pada halaman Repositori yaitu dengan memindahkan kolom pencarian dari semula sebelah kanan menjadi di tengah halaman agar mudah ditemukan.
- Penataan dan pelabelan pada Repositori, E-Journal dan Katalog Buku  
Redesain yang dilakukan dalam Repositori adalah melakukan pemberian keterangan tulisan yang jelas pada file repositori. Pada E-Journal perlu didesain untuk bisa memuat kata kunci yang diberikan sesuai dengan file yang diinginkan serta melakukan penataan Archive melalui By Issue, By Author, dan By Title di bawah deskripsi jurnal. Pada Katalog Buku, redesain yang dilakukan adalah pemberian kolom Kode Buku agar memudahkan pengguna saat mencari letak buku.

**Evaluasi Desain**

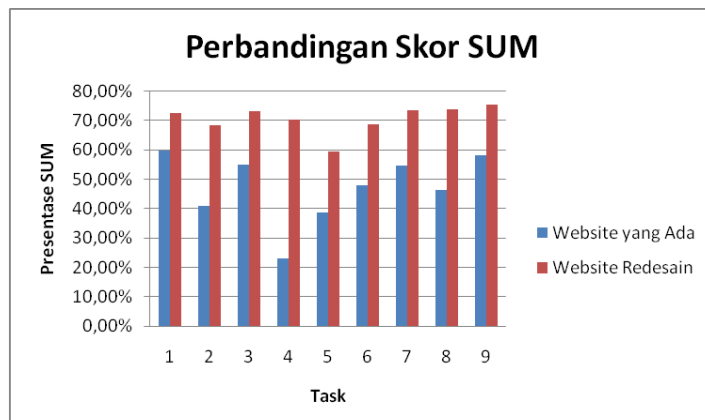
Dalam tahap evaluasi *website* redesain dilakukan menggunakan *usability testing* dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan *usability* pada responden pengguna pemula (n=33). Gambar 4. berikut merupakan hasil pengukuran dari waktu yang dibutuhkan pengguna dalam menyelesaikan tugas, jumlah, tingkat penyelesaian *task*, dan rata-rata kepuasan.



Gambar 4. Rekapitulasi Pengukuran Usability Testing

Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah menghitung data tersebut dalam skor tunggal menggunakan SUM untuk melihat perbandingan *usability* dari sistem yang diusulkan. Dari Gambar 3. dapat diketahui bahwa responden mengalami kenaikan skor SUM sebesar 23,40%. Grafik

perbandingan hasil skor SUM *website* perpustakaan UNDIP lama dan *website* redesain dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skor SUM *Website* yang Ada dan *Website* Redesain pada Dua Kelompok Pengguna

Dari perbandingan di atas diketahui terdapat kenaikan nilai *usability* secara signifikan untuk pengujian *website* redesain pada pengguna pemula ( $p \leq 0$ ). Komentar yang diberikan pada bagian pencarian jurnal lebih mudah dilakukan dan peletakkan kolom *search* dapat mempercepat pencarian. Untuk bagian repositori sebagian besar responden memberikan komentar bahwa pencarian repositori sudah lebih baik dan mengurangi kebingungan karena file pdf sudah diberi keterangan nama bab, dan lebih efisien. Pada informasi perpustakaan, responden merasa *website* mudah diakses karena sudah dikelompokkan dengan baik. Pada pencarian katalog buku komentar yang diberikan adalah penataan kolom sudah bagus dengan pemberian warna merah pada informasi penting.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan redesain pada *website* perpustakaan UNDIP adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang dialami mahasiswa dalam penggunaan *website* perpustakaan UNDIP, antara lain: kurangnya petunjuk atau panduan, tampilan kurang komunikatif, fasilitas atau navigasi kurang lengkap, kesulitan dalam pencarian informasi atau konten yang dibutuhkan, penamaan konten yang kurang jelas, letak kolom pencarian yang menyulitkan pengguna dan terbatasnya kata kunci dalam pencarian
2. Mengidentifikasi kebutuhan mahasiswa dalam *website* perpustakaan UNDIP, yakni: mengakses konten E-Journal, Repositori, Katalog Buku, informasi atau berita perpustakaan melalui Home, konten Jurnal yang dilanggan UNDIP, konten Free Journal
3. Menyusun rekomendasi perbaikan *interface website* perpustakaan UNDIP dari hasil penelitian, diantaranya adalah:
  - a. Rekomendasi perbaikan *website* dilakukan menggunakan metode UCD. Hasil akhir redesain dihasilkan 12 menu yaitu: Menu Profil, Menu E-resource, Menu Links, Menu Undip News, Menu Berita Perpustakaan, Menu Free Journal, Menu Journal yang Dilanggan UNDIP, Menu Site Map, Menu Download, Menu Panduan, Menu Customer Support, dan Menu Pencarian.
  - b. Hasil dari *usability testing* terhadap *website* perpustakaan UNDIP yang telah ada dan *website* perpustakaan UNDIP yang telah di redesain menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai *usability* diukur dari efektivitas, efisiensi, dan kepuasan melalui perhitungan *Single Usability Metric* (SUM) secara signifikan pada responden pengguna pemula ( $p \leq 0$ ).

### Saran

Saran yang dapat diberikan untuk hasil penelitian ini dan penelitian selanjutnya adalah:

1. *Website* perpustakaan UNDIP hasil redesain perlu didukung dengan aspek teknis agar memenuhi target keberhasilan UPT Perpustakaan UNDIP. Oleh sebab itu, diharapkan UPT Perpustakaan UNDIP dapat mendukung sepenuhnya dalam pengoperasian teknis *website*.
2. Dalam penelitian ini *usability testing* berdasarkan ISO 9241 pt. 11 dan ANSI dengan kriteria kepuasan, efektif dan efisien. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya menggunakan kriteria yang berbeda seperti kriteria dari Nielsen (1999) atau Rubin (2008), dan dapat dilakukan pada *website* yang berbeda.



3. Pada penelitian ini *usability testing* yang digunakan sebagai rujukan evaluasi *website* hanya dilakukan pada penggunaan *task* utama saja. Oleh karena itu diharapkan pada penelitian selanjutnya *usability testing* dapat dilakukan pada keseluruhan konten pada *website*.

#### PUSTAKA

- American National Standard for Information Technology. (2001). *Common Industry Format for Usability Test Report*. New York, NY: American National Standards Institute, Inc.
- Becker, D., & Yanotta, L. (2013). Modeling a Library Website Redesign Process: Developing a User Centered Website Through Usability Testing. *Journal of Information Technology and Libraries*, 32, 6-22.
- Bevan, N., & Macleod, M. (1994). Usability Measurement in Context. *Journal of Behaviour and Information Technology*, 13, 132-145.
- Chiew, T. K., & Salim, S. S. (2003). WEBUSE: Website Usability Evaluation Tool. *Malaysian Journal of Computer Science Vol. 16 No. 1*, 47-57.
- International Organization for Standardization. (1998). *ISO 9241-11:1998 Ergonomic Requirement for Office Work with Visual Display Terminals VDTs-Part 11: Guidance on Usability*. Switzerland: International Organization for Standardization.
- Katz-Haas, R. (1998). *What is User-Centered Design?* Retrieved March 31, 2014, from Usability Techniques - User-Centered Design and Web Development: <http://www.stcsig.org/usability>
- Matera, M., Rizzo, F., & Carughi, G. T. (2006). Web Usability: Principles and Evaluation Method. *Springer Web Engineering*, 143-180.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Fransisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers. Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design and Conduct Effective Tests 2nd edition*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing.
- Sauro, J., & Kindlund, E. (2005). Making Sense of Usability Metrics: Usability and Six Sigma. *Proceedings of the 14th Annual Conference of the Usability Professionals Association*, (pp. 1-10). Montreal.
- Tidal, J. (2012). Creating A User-Centered Library Homepage: A Case Study. *OCLC Systems & Services: International Digital Library Perspectives*, 28, 90-100.

## STRATEGI PENENTUAN HARGA PRODUK SIKAT GIGI KAYU SEBAGAI PENGANTI SIKAT GIGI PLASTIK DENGAN METODE *ABILITY AND WILLINGNESS TO PAY*

( Studi Kasus : Hotel di Semarang dan Jogjakarta)

Sri Hartini<sup>1</sup>, Diana Puspitasari<sup>2</sup>, Nia Budi P<sup>3</sup>, Dwi Yuni<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof.H. Soedarto, S.H embalang-Semarang, Kode Pos 50275 Telp. (024)7460052  
Email : [ninikhidayat@yahoo.com](mailto:ninikhidayat@yahoo.com)

### ABSTRAKS

Limbah kayu UKM sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk industri yang lebih bernilai tinggi. Limbah mebel yang berbentuk potongan kecil sangat sesuai digunakan sebagai sikat gigi. Dengan metode *Life Cycle Assessment* diketahui bahwa apabila penggunaan sikat gigi polystyrene sekali pakai pada hotel-hotel di Kota Semarang digantikan dengan sikat gigi berbahan kayu (*eco friendly toothbrush*), maka nilai *eco-costs* yang dihasilkan oleh produk sikat gigi berbahan polystyrene adalah Rp 114.422.070/ tahun, sedangkan nilai *eco-costs* sikat gigi berbahan limbah kayu dengan konsep *knock down* adalah Rp 33.884.057,-/tahun, maka akan mereduksi sebesar Rp 80.538.013,-/tahun. Penelitian ini bermaksud mengkaji penerimaan konsumen terhadap sikat gigi kayu yang lebih ramah lingkungan. Dengan metode *ability to pay (ATP)/willingness to pay (WTP)*, diharapkan dapat diketahui kemampuan dan kemauan konsumen dalam membeli sikat gigi kayu.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa harga sikat gigi kayu berada di bawah tingkat kemampuan hotel. Harga jual sikat gigi kayu berada di atas harga kemauan membayar responden. Kondisi  $ATP > WTP$ , menunjukkan bahwa kemampuan responden lebih besar dibandingkan kemauan responden untuk membayar sikat gigi kayu. Hal ini terjadi karena pendapatan responden yang relatif tinggi tetapi tidak mengalokasikan dana untuk penggunaan produk sikat gigi dikarenakan nilai utilitas terhadap produk sikat gigi yang relatif rendah, responden pada kondisi ini disebut dengan *choiced riders*.

**Kata Kunci :** sikat gigi kayu, *ability to pay*, *willingness to pay*, hotel, sustainable product design

### PENDAHULUAN

Menurut sumber dari MBA-ITB pada *Business Review Volume-3-No.4-2008*, penggunaan material dasar *Polystyrene* jenis *Extruded polystyrene (PS)* atau *General Purpose Polystyrene (GPPS)* pada industri manufaktur merupakan salah satu sumber pencemaran bagi lingkungan. PS dapat menghasilkan zat berbahaya pada saat pembuatan dan masa akhir penggunaan produk dengan cara dibuang ataupun dibakar. Zat berbahaya ini dikenal dengan karsinogen, yang dapat menyebabkan kanker, perubahan sistem hormon, pertumbuhan abnormal, menurunkan kapasitas reproduksi dan penghambatan sistem kekebalan manusia. Waktu paruh kadar karsinogen dalam tanah diperkirakan akan terurai selama 100 tahun yang artinya kadar karsinogen akan berkurang setengah selama 100 tahun, sedangkan dalam tubuh manusia akan berkurang setengah selama 7 tahun.

Salah satu penyumbang sampah plastik yaitu penggunaan sikat gigi. Setiap orang membutuhkan sikat gigi guna menjaga kebersihan gigi dan mulut. Sikat gigi yang baik diganti setiap 3 hingga 4 bulan sekali untuk mencegah berkembang biaknya virus dan bakteri. Penggantian sikat gigi ini yang menyebabkan pencemaran lingkungan karena bahan plastik yang terdapat dalam sikat gigi. Apalagi dengan sikat gigi yang disediakan oleh perusahaan jasa seperti hotel yang menggunakan sikat gigi sekali pakai. Banyaknya hotel menurut Perhimpunan Hotel dan Restoran Indonesia (PHRI) menunjukkan bahwa terdapat 55 hotel yang terdiri dari hotel standar, hotel bintang tiga hingga hotel bintang lima. Jika Syarat hotel bintang tiga menurut Direktorat Jendral Pariwisata minimal 30 kamar dengan jumlah hotel bintang tiga sebanyak 17, maka membutuhkan 510 buah sikat gigi sekali pakai, belum lagi jumlah pengunjung hotel yang menyebabkan tingkat kebutuhan sikat gigi sekali pakai ini meningkat (PHRI Jateng, 2012).

Hartini dkk, 2014 telah menghasilkan produk sikat gigi berbahan limbah kayu pinus. Dengan menggunakan metode *Life Cycle Assesment*, diketahui bahwa sikat gigi kayu dapat mereduksi *eco cost* Rp 80.538.013,-/tahun apabila sikat gigi kayu dapat menggantikan sikat gigi plastik sekali pakai di hotel berbintang kota Semarang Octaviano, 2013). Atas pertimbangan - pertimbangan diatas, sangat urgen dilakukan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan limbah mebel kayu menjadi sikat gigi. Agar dapat diketahui tingkat penerimaan konsumen terhadap produk tersebut.

Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji tingkat penerimaan hotel berbintang di Semarang dan Jogjakarta terhadap produk sikat gigi kayu dengan ability to pay dan willingness to pay.

## PUSTAKA

### *Ability to Pay (ATP)*

Menurut Tamin (1999), *Ability To Pay (ATP)* adalah kemampuan seseorang untuk membayar jasa atau produk yang diterimanya berdasarkan penghasilan yang dianggap ideal. Pendekatan yang digunakan dalam analisis ATP didasarkan pada alokasi biaya untuk transportasi dan intensitas perjalanan pengguna. Besar ATP adalah rasio anggaran untuk transportasi dengan intensitas perjalanan. Besaran ini menunjukkan kemampuan masyarakat dalam membayar ongkos perjalanan yang dilakukannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi ATP adalah : (Tamin,1999)

1. Penghasilan keluarga per bulan  
Bila pendapatan total keluarga semakin besar, tentunya semakin banyak uang yang dimilikinya sehingga akan semakin besar alokasi biaya transportasi yang disediakan.
2. Alokasi biaya transportasi  
Semakin besar alokasi biaya transportasi yang disediakan sebuah keluarga, maka secara otomatis akan meningkatkan kemampuan membayar perjalanannya, demikian pula sebaliknya.
3. Intensitas perjalanan  
Semakin besar intensitas perjalanan keluarga tentu akan semakin panjang pula jarak (panjang) perjalanan yang ditempuhnya maka akan semakin banyak alokasi dana dari penghasilan keluarga per bulan yang harus disediakan.
4. Jumlah anggota keluarga  
Semakin banyak jumlah anggota keluarga tentunya akan semakin banyak intensitas perjalanannya, semakin panjang jarak yang ditempuhnya dan secara otomatis akan semakin banyak alokasi dana dari penghasilan keluarga per bulan yang harus disediakan.

Untuk menganalisis kemampuan membayar dari masyarakat pada dasarnya dilakukan dengan pendekatan *travel budget*, dengan asumsi bahwa setiap keluarga akan selalu mengalokasikan sebagian dari penghasilannya untuk kebutuhan akan aktivitas pergerakan, baik yang menggunakan kendaraan pribadi maupun yang menggunakan angkutan umum.

Besarnya biaya perjalanan atau tarif merupakan salah satu pertimbangan masyarakat dalam memilih moda angkutan untuk memenuhi kebutuhannya. Jika tarif yang harus dibayar mempunyai proporsi yang besar dari tingkat pendapatannya maka masyarakat akan memilih moda yang lebih murah, tetapi jika tidak ada pilihan lain maka ia akan menggunakan moda tersebut secara terpaksa. Secara eksplisit tampak bahwa pendapatan merupakan faktor yang mempengaruhi daya beli atas jasa pelayanan angkutan umum. Selanjutnya diperhitungkan persentase alokasi dana untuk transportasi untuk setiap keluarga dari total pendapatannya. Setelah dilakukan perhitungan terhadap persentase alokasi biaya transportasi keluarga, maka kemudian diperhitungkan ATP tiap keluarga.

Dengan menggunakan metode *household budget* dapat dicari besaran ATP Ada dua besaran ATP yaitu :

$$ATP_{\text{umum}} = \frac{It.Pp.Pt}{Tt} \quad (1)$$

Dimana:

- It = Total pendapatan keluarga per bulan (Rp/Kel/Bulan)
- Pp = Persentase pendapatan untuk transportasi per bulan dari total pendapatan keluarga
- Pt = Persentase untuk angkutan dari Pendapatan transportasi keluarga per bulan
- Tt = Total panjang perjalanan keluarga per bulan per trip (trip/kel/bulan)

$$ATP_{\text{resp/trip}} = \frac{Irs.Pp.Pt}{Trs} \quad (2)$$

Dimana :

- $ATP_{\text{resp}}$  = ATP responden berdasarkan jenis pekerjaan (Rp/Resp/Trip)
- Irs = Pendapatan responden per bulan (Rp/Bulan)
- Pp = Persentase pendapatan untuk transportasi per bulan dari pendapatan responden
- Pt = Persentase untuk angkutan dari Pendapatan untuk transportasi
- Tt = Total panjang perjalanan per bulan per trip (trip/Resp/bulan)

Dan dengan menggunakan metode *travel cost* individual ATP yang dapat diterima oleh

pengguna jasa adalah :

$$ATP_{\text{individual}} = \frac{lc \times \%TC}{D} \quad (3)$$

Dimana :

- lc = Penghasilan
- %TC = Persentase dari penghasilan untuk *travel cost*
- D = Frekuensi Perjalanan

### Willingness to Pay (WTP)

Menurut Tamin (1999), *Willingness To Pay (WTP)* adalah kesediaan pengguna untuk mengeluarkan imbalan atas jasa yang diperolehnya. Pendekatan yang digunakan dalam analisis WTP didasarkan pada persepsi pengguna terhadap tarif dari jasa pelayanan angkutan umum tersebut. Dalam permasalahan transportasi WTP dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah: (Tamin, 1999)

1. Produk yang ditawarkan/disediakan oleh operator jasa pelayanan transportasi.  
Semakin banyak jumlah armada angkutan yang melayani tentunya lebih menguntungkan pihak pengguna.
2. Kualitas dan kuantitas pelayanan yang disediakan.  
Dengan produksi jasa angkutan yang besar, maka tingkat kualitas pelayanan akan lebih baik, dengan demikian dapat dilihat pengguna tidak berdesak-desakkan dengan kondisi tersebut tentunya konsumen dapat membayar yang lebih besar.
3. Utilitas atau maksud pengguna terhadap angkutan tersebut  
Jika manfaat yang dirasakan konsumen semakin besar terhadap suatu pelayanan transportasi yang dirasakannya tentunya semakin besar pula kemauan membayar terhadap tarif yang berlaku, demikian sebaliknya jika manfaat yang dirasakan konsumen rendah maka konsumen akan enggan untuk menggunakannya, sehingga kemauan membayarnya pun akan semakin rendah.
4. Penghasilan pengguna  
Bila seseorang mempunyai penghasilan yang besar maka tentunya kemauan membayar tarif perjalanannya semakin besar hal ini disebabkan oleh alokasi biaya perjalanannya lebih besar, sehingga akan memberikan kemampuan dan kemauan membayar tarif perjalanannya semakin besar.

Nilai WTP yang diperoleh dari masing-masing responden yaitu berupa nilai maksimum rupiah yang bersedia dibayarkan oleh responden untuk tarif angkutan jasa kereta api, diolah untuk mendapatkan nilai rata-rata (*mean*) dari nilai WTP tersebut, dengan rumus :

$$MWTP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n WTP_i \quad (4)$$

Dimana :

- MWTP = Rata-rata WTP
- n = Ukuran Sampel
- WTP<sub>i</sub> = Nilai WTP maksimum responden ke i

### DESAIN PENELITIAN

Penelitian yang dilaksanakan mencari besarnya harga yang sesuai dengan kemampuan dan kemauan konsumen dalam hal ini yaitu hotel di wilayah Semarang untuk produk sikat gigi kayu. Penelitian menggunakan metode *survey state preference*, survey yang dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari hasil penyebaran kuesioner dan wawancara dari responden, seperti besarnya penghasilan hotel per bulan, intensitas tamu yang menginap, alokasi biaya properti hotel, dan lain sebagainya. Setelah mendapatkan keseluruhan data tersebut akan dipisah menjadi dua yaitu untuk perhitungan *ability to pay* dan *willingness to pay*. Perancangan kuesioner dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

#### a. Kuesioner Karakteristik Hotel

Kuesioner ini dirancang untuk mengetahui karakteristik dari hotel sebagai responden penelitian dengan menanyakan jenis hotel, jumlah kamar, peralatan yang disediakan untuk pengunjung, jumlah pengunjung atau tamu hotel, sikat gigi yang digunakan oleh hotel, alasan penggunaan sikat gigi, jumlah sikat gigi dan biaya yang dikeluarkan untuk satu sikat gigi.

b. Kuesioner *Ability to Pay* (ATP)

ATP merupakan kemampuan membayar dari hotel atas imbalan terhadap barang atau jasa yang dinikmati berdasarkan pendapatan yang dianggap ideal. Faktor-faktor yang digunakan untuk menentukan ATP terhadap produk sikat gigi kayu adalah total pendapatan hotel, alokasi pendapatan terhadap peralatan hotel, alokasi biaya *property* untuk sikat gigi per bulan.

c. Kuesioner *Willingness to Pay* (WTP)

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu *ability to pay* dan *willingness to pay* yang selanjutnya akan digunakan untuk membentuk kuesioner. Penentuan variabel penelitian pada *ability to pay* (ATP) yaitu penghasilan hotel per bulan, alokasi biaya *property* hotel, intensitas tamu atau pengunjung hotel dan jumlah kamar. Sedangkan variabel penelitian untuk *willingness to pay* (WTP) yaitu produk yang ditawarkan, kualitas dan kuantitas produk, utilitas atau maksud pengguna terhadap produk sikat gigi kayu.

Instrumen penelitian menurut Sumadi Suryabarata adalah alat yang digunakan untuk merekam pada umumnya secara kuantitatif keadaan dan aktivitas atribut-atribut psikologis. Atribut-atribut psikologis secara teknis digolongkan menjadi atribut kognitif dan atribut non kognitif. Sumadi mengemukakan bahwa untuk atribut kognitif, perangsangnya adalah pertanyaan. Sedangkan untuk atribut non kognitif perangsangnya adalah pernyataan. (Suryabrata, 2008). Tabel 1 merupakan instrument penelitian dari penelitian *ability to pay* (ATP) dan *willingness to pay* (WTP) produk sikat gigi kayu.

**Tabel .1 Instrumen Penelitian ATP dan WTP**

Konsep	Variabel	Kuesioner
<i>Ability to Pay</i> (ATP)	Penghasilan per bulan (Permata, 2012)	Berapa rata-rata total pendapatan hotel per bulan?
	Alokasi biaya <i>property</i> (Permata, 2012)	Berapa persen rata-rata alokasi pendapatan hotel yang dikeluarkan untuk biaya <i>property</i> hotel?
		Berapa persen rata-rata alokasi alokasi biaya <i>property</i> yang dikeluarkan untuk produk sikat gigi?
	Intensitas pemakaian (Permata, 2012)	Berapa banyaknya tamu atau pengunjung yang menginap di hotel Anda?
	Jumlah Pemakai (Permata, 2012)	Berapa jumlah kamar yang tersedia di hotel Anda?
<i>Willingness to Pay</i> (WTP)	Harga produk (Permata, 2012)	Berapakah harga produk sikat gigi kayu menurut pendapat Anda?
		Berapa rupiah yang Anda tambahkan dari sikat gigi plastik ke sikat gigi kayu untuk mengurangi dampak lingkungan?
	Dimensi Kualitas Produk (Tjiptono, 2000)	Kemudahan dalam pengoperasian dalam penggunaan sikat gigi kayu
		Produk sikat gigi kayu yang ramah lingkungan
		Kemungkinan terjadinya kerusakan sikat gigi kayu
		Kesesuaian dengan keinginan konsumen
		Ketahanan sikat gigi kayu
		Desain dari sikat gigi kayu
		Kemudahan dalam mengganti gagang sikat gigi kayu
	Maksud tujuan penggunaan sikat gigi plastik di hotel Anda.	
Utilitas atau maksud pengguna	Maksud tujuan untuk menggunakan sikat gigi kayu menggantikan sikat gigi plastik di hotel Anda.	

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Ability to Pay**

Perhitungan ATP dari hotel berbintang di Semarang dan Jogjakarta dapat dilihat pada Tabel 1. Dari perhitungan ATP Tabel 1 didapatkan harga ATP untuk satu sikat gigi yaitu sebesar Rp 2.216,00. Dengan harga ATP tersebut maka terdapat 26,09 % responden yang mampu membayar. Jika ATP responden diklasifikasikan berdasarkan jenis hotel, maka :

- Hotel Bintang 3, jumlah 12 responden, nilai rata-rata ATP responden sebesar Rp 1.306.001,91 dengan rata-rata permintaan sikat gigi 4.437 maka didapatkan ATP responden untuk satu sikat gigi yaitu sebesar Rp 294.31. (Tabel 2)
- Hotel Bintang 4, jumlah 7 responden, nilai rata-rata ATP responden sebesar Rp 16.929.368 dengan rata-rata permintaan 5373 sikat gigi, maka didapatkan ATP untuk satu sikat gigi yaitu Rp 3.151. (Tabel 3)
- Hotel Bintang 5, jumlah 4 responden didapatkan nilai rata-rata ATP responden sebesar Rp 33.605.769,2 dengan rata-rata permintaan 7589 sikat gigi, maka nilai ATP untuk satu sikat gigi yaitu Rp 4.428. (Tabel 4)

Dari 26,09% responden atau 6 responden yang mampu membayar nilai ATP rata-rata adalah responden dari hotel bintang 4 dan bintang 5. Pendapatan yang dihasilkan oleh hotel bintang 4 dan 5 memang lebih tinggi dibandingkan dengan hotel bintang 3, sehingga mempengaruhi alokasi untuk biaya housekeeping. Semakin besar presentase alokasi biaya housekeeping dan semakin besar presentase alokasi biaya housekeeping sikat gigi maka nilai ATP responden akan semakin besar. Sedangkan okupansi berbanding terbalik dengan nilai ATP, semakin besar okupansi maka nilai ATP semakin kecil, karena dengan okupansi yang tinggi maka akan mempengaruhi jumlah permintaan sikat gigi.

**Tabel 1 Perhitungan Ability to Pay**

R	A	B	C=AxB	D	E=CxD	F	G=E/F
1	1.200.000.000	2.00%	24.000.000	1.00%	120.000	80.00%	150.000,00
2	1.000.000.000		5.000.000		1.000.000	89.00%	1.123.595,51
3	4.000.000.000	23.00%	920.000.000		182.500	65.00%	280.769,23
4	1.000.000.000	2.00%	20.000.000		117.000	50.00%	234.000,00
5	200.000.000	3.50%	7.000.000	11.00%	770.000	35.00%	2.200.000,00
6	300.000.000	5.00%	15.000.000	0.50%	75.000	45.00%	166.666,67
7	2.500.000.000	10.00%	250.000.000	7.00%	17.500.000	70.00%	25.000.000,00
8	600.000.000	2.00%	12.000.000	1.00%	120.000	80.00%	150.000,00
9	4.500.000.000	12.00%	540.000.000	5.00%	27.000.000	52.00%	51.923.076,92
10	1.800.000.000		15.000.000	6.00%	900.000	95.00%	947.368,42
11	2.300.000.000	7.00%	161.000.000	2.00%	3.220.000	50.00%	6.440.000,00
12	900.000.000	5.00%	45.000.000	1.00%	450.000	56.00%	803.571,43
13	4.000.000.000	10.00%	400.000.000	3.00%	12.000.000	50.00%	24.000.000,00
14	3.500.000.000	13.00%	455.000.000	5.00%	22.750.000	50.00%	45.500.000,00
15	5.000.000.000		65.000.000	10.00%	6.500.000	50.00%	13.000.000,00
16	1.800.000.000	1.30%	23.400.000	0.90%	210.600	84.00%	250.714,29
17	2.800.000.000	3.09%	86.520.000	8.33%	7.207.116	67.60%	10.661.414,20
18	1.500.000.000	6.50%	97.500.000		1.418.360	60.00%	2.363.933,33
19	1.000.000.000	18.00%	180.000.000		3.787.500	56.00%	6.763.392,86
20	3.200.000.000	18.00%	576.000.000	2.00%	11.520.000	75.00%	15.360.000,00
21	2.000.000.000	9.00%	180.000.000	15.00%	27.000.000	50.00%	54.000.000,00
22	500.000.000	20.00%	100.000.000	5.00%	5.000.000	84.05%	5.948.839,98
23	1.000.000.000	5.00%	50.000.000	2.00%	1.000.000	75.00%	1.333.333,33
<b>rata-rata</b>							<b>11.678.290,27</b>
<b>rata-rata demand sikat gigi</b>							<b>5270</b>
<b>ATP per sikat gigi</b>							<b>2.216,00</b>

Keterangan :

R = Responden,

B = Prosentase rerata alokasi biaya housekeeping/bulan,

D = Presentase rerata alokasi biaya sikat gigi,

A = Rerata pendapatan per bulan

C = Rerata alokasi biaya housekeeping/ bulan

E = Rerata alokasi biaya sikat gigi

F = Intensitas tamu hotel (% okupansi),

G = ATP Responden

**Tabel 2 Perhitungan Ability to Pay Responden Bintang 3**

R	A	B	C=AxB	D	E=CxD	F	G=E/F
1	1.200.000.000	2.00%	24.000.000	1.00%	120.000	80.00%	150.000,00
2	1.000.000.000		5.000.000		1.000.000	89.00%	1.123.595,51
4	1.000.000.000	2.00%	20.000.000		117.000	50.00%	234.000,00
5	200.000.000	3.50%	7.000.000	11.00%	770.000	35.00%	2.200.000,00
6	300.000.000	5.00%	15.000.000	0.50%	75.000	45.00%	166.666,67
8	600.000.000	2.00%	12.000.000	1.00%	120.000	80.00%	150.000,00
10	1.800.000.000		15.000.000	6.00%	900.000	95.00%	947.368,42
12	900.000.000	5.00%	45.000.000	1.00%	450.000	56.00%	803.571,43
16	1.800.000.000	1.30%	23.400.000	0.90%	210.600	84.00%	250.714,29
18	1.500.000.000	6.50%	97.500.000		1.418.360	60.00%	2.363.933,33
22	500.000.000	20.00%	100.000.000	5.00%	5.000.000	84.05%	5.948.839,98
23	1.000.000.000	5.00%	50.000.000	2.00%	1.000.000	75.00%	1.333.333,33
<b>rata-rata</b>							<b>1.306.001,91</b>
<b>rata-rata demand sikat gigi</b>							<b>4.437</b>
<b>ATP per sikat gigi</b>							<b>294,31</b>

**Tabel 3 Perhitungan Ability to Pay Responden bintang 4**

R	A	B	C=AxB	D	E=CxD	F	G=E/F
3	4.000.000.000	23.00%	920.000.000		182.500	65.00%	280.769,23
7	2.500.000.000	10.00%	250.000.000	7.00%	17.500.000	70.00%	25.000.000,00
11	2.300.000.000	7.00%	161.000.000	2.00%	3.220.000	50.00%	6.440.000,00
17	2.800.000.000	3.09%	86.520.000	8.33%	7.207.116	67.60%	10.661.414,20
19	1.000.000.000	18.00%	180.000.000		3.787.500	56.00%	6.763.392,86
20	3.200.000.000	18.00%	576.000.000	2.00%	11.520.000	75.00%	15.360.000,00
21	2.000.000.000	9.00%	180.000.000	15.00%	27.000.000	50.00%	54.000.000,00
<b>rata-rata</b>							<b>16.929.368,04</b>
<b>rata-rata demand sikat gigi</b>							<b>5.373</b>
<b>ATP per sikat gigi</b>							<b>3.151,00</b>

**Tabel 4 Perhitungan Ability to Pay Responden bintang 5**

R	A	B	C=AxB	D	E=CxD	F	G=E/F
9	4.500.000.000	12.00%	540.000.000	5.00%	27.000.000	52.00%	51.923.076,90
13	4.000.000.000	10.00%	400.000.000	3.00%	12.000.000	50.00%	24.000.000,00
14	3.500.000.000	13.00%	455.000.000	5.00%	22.750.000	50.00%	45.500.000,00
15	5.000.000.000		65.000.000	10.00%	6.500.000	50.00%	13.000.000,00
<b>rata-rata</b>							<b>33.605.769,20</b>
<b>rata-rata demand sikat gigi</b>							<b>7.589</b>
<b>ATP per sikat gigi</b>							<b>4.428,00</b>

### Willingness to Pay

Dari perhitungan WTP (tabel 5) diperoleh hasil bahwa nilai WTP yaitu sebesar Rp 1.109. Rata-rata nilai WTP dipengaruhi oleh biaya yang dikeluarkan untuk satu sikat gigi berdasarkan alokasi biaya housekeeping untuk sikat gigi. Analisis terhadap proporsi responden yang mau membayar dengan nilai rata-rata WTP (gambar 2). Nilai WTP juga dapat dihitung berdasarkan jenis hotel seperti berikut :

- Hotel Bintang 3, nilai rata-rata WTP yang dihasilkan untuk responden bintang 3 sejumlah 12 responden adalah sebesar Rp 1.045,83 (Tabel 6).
- Hotel Bintang 4, nilai rata-rata WTP untuk hotel bintang 4 dengan jumlah responden yaitu 7, maka didapatkan Rp 1.121,43. (Tabel 7).
- Hotel Bintang 5, nilai rata-rata WTP yang dihasilkan untuk responden bintang 5 sejumlah 4 responden adalah sebesar Rp 1.275 (Tabel 8).

**Tabel 5 Perhitungan willingness to pay**

Responde n	Harga sikat gigi kayu menurut responden	Biaya yang ditambahkan untuk produk sikat gigi kayu	WTP Responden
	A	D	E=A+D
1	1.050	-	1.050
2	1.300	-	1.300
3	1.250	-	1.250
4	1.000	300	1.300
5	500	-	500
6	1.100	-	1.100
7	900	-	900
8	1.000	-	1.000
9	1.300	500	1.800
10	1.000	-	1.000
11	1.300	-	1.300
12	1.000	-	1.000
13	1.000	-	1.000
14	1.100	-	1.100
15	1.200	-	1.200
16	1.100	-	1.100
17	900	-	900
18	1.000	-	1.000
19	1.250	50	1.300
20	1.000	200	1.200
21	1.000	-	1.000
22	1.000	-	1.000
23	1.200	-	1.200
<b>Rata-rata Nilai WTP</b>			<b>1.109</b>



**Tabel 6 Perhitungan Willingness to Pay Responden Bintang 3**

Responden	Harga Sikat Gigi Kayu menurut Responden	Biaya yang ditambahkan untuk produk sikat gigi kayu	WTP Responden
1	1.050	-	1.050,00
2	1.300	-	1.300,00
4	1.000	300	1.300,00
5	500	-	500,00
6	1.100	-	1.100,00
8	1.000	-	1.000,00
10	1.000	-	1.000,00
12	1.000	-	1.000,00
16	1.100	-	1.100,00
18	1.000	-	1.000,00
22	1.000	-	1.000,00
23	1.200	-	1.200,00
<b>Rata-rata Nilai WTP</b>			<b>1.045,83</b>

**Tabel 7 Perhitungan Willingness to Pay Responden Bintang 4**

Responden	Harga Sikat Gigi Kayu menurut Responden	Biaya yang ditambahkan untuk produk sikat gigi kayu	WTP Responden
3	1.250	-	1.250,00
7	900	-	900,00
11	1.300	-	1.300,00
17	900	-	900,00
19	1.250	50	1.300,00
20	1.000	200	1.200,00
21	1.000	-	1.000,00
<b>Rata-rata Nilai WTP</b>			<b>1.121,43</b>

**Tabel 8 Perhitungan Willingness to Pay Responden Bintang 5**

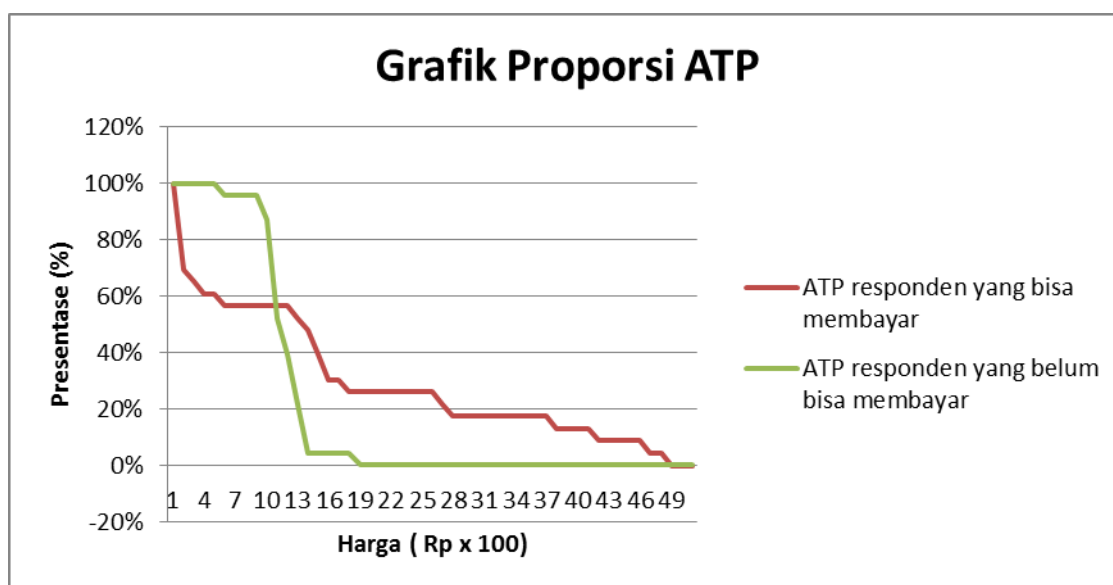
Responden	Harga Sikat Gigi Kayu menurut Responden	Biaya yang ditambahkan untuk produk sikat gigi kayu	WTP Responden
9	1.300	500	1.800
13	1.000	-	1.000
14	1.100	-	1.100
15	1.200	-	1.200
<b>Rata-rata Nilai WTP</b>			<b>1.275</b>

Berdasarkan hasil perhitungan WTP, maka didapatkan harga rata-rata WTP yaitu Rp 1.109. Responden yang mau membayar sikat gigi kayu dengan rata-rata WTP yaitu sebesar 39% dan yang tidak mau membayar dengan nilai rata-rata WTP sebesar 61%. Dari 31 % responden atau sebanyak 9 responden yang mau membayar nilai WTP rata-rata merupakan hotel bintang 3 sebanyak 3, hotel bintang 4 sebanyak 4, dan hotel bintang 5 sebanyak 2. Lima hotel tersebut mau membayar nilai WTP rata-rata karena biaya yang dikeluarkan untuk satu sikat gigi masih lebih mahal dengan biaya WTP rata-rata, sedangkan 4 hotel lainnya mau menambahkan sejumlah nilai untuk dapat membayar nilai WTP rata-rata.

Presentase nilai WTP responden yaitu 4 % dengan nilai WTP antara Rp 500 – Rp 800, 61% responden untuk nilai WTP Rp 801 – Rp 1.100, 30% responden untuk nilai WTP antara Rp 1.101 – Rp 1.400, nilai WTP antara Rp 1.401 – Rp 1.700 tidak ada responden yang mau membayar dengan nilai WTP tersebut dan 4% responden mau membayar sikat gigi kayu dengan harga antara Rp 1.701 – Rp 2.000.

#### Ability and Willingness to Pay

Dari hasil penentuan harga rata-rata ability to pay (ATP) diperoleh Rp 2.216 dan harga rata-rata willingness to pay (WTP) diperoleh Rp 1.109. Untuk menentukan besarnya harga berdasarkan nilai ATP dan WTP dapat dihitung dengan menggabungkan presentase yang mampu dan mau membayar untuk produk sikat gigi kayu sehingga didapatkan titik pertemuan yang menunjukkan nilai rata-rata ATP dan rata-rata WTP (Gambar 3), yaitu menghasilkan nilai Rp 1.100 dengan presentase 56,52% responden yang mampu dan mau membayar dengan nilai tersebut.



Gambar 3 Grafik Penentuan Nilai ATP dan WTP

Besarnya nilai ATP rata-rata responden lebih besar dibandingkan nilai WTP rata-rata responden. Kondisi ini menunjukkan kemampuan membayar lebih besar daripada kemauan membayar produk sikat gigi. Hal ini dikarenakan pendapatan responden yang relatif tinggi tetapi utilitas terhadap produk sikat gigi relatif rendah. Responden dengan kondisi  $ATP > WTP$  disebut dengan choiced riders.

#### KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kemauan membeli produk sikat gigi berbahan kayu berada di bawah kemampuannya membeli. Hal ini disebabkan karena sikat gigi hanya dianggap sebagai produk pelengkap sehingga tidak mendapatkan porsi anggaran yang besar. Belum populernya penggunaan kayu sebagai bahan sikat gigi juga meragukan pihak hotel akan performansi produknya. Kesadaran masyarakat yang kurang terhadap dampak lingkungan dari penggunaan polystyrene serta regulasi pemerintah yang tidak mendukung ikut andil terhadap kondisi ini. Perlu upaya penyadaran bahaya polystyrene pada masyarakat dan upaya yang serius di level pemerintahan dalam bentuk regulasi yang lebih memihak produk ramah lingkungan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan atas bantuan pendanaan penelitian dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Ditlitabmas Ditjen Dikti Kemendikbud) Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri (BOPTN) TA 2014, melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Diponegoro Nomor DIPA – 023.04.02.189185/2014 tanggal 05 Desember 2013.

## **PUSTAKA**

- Agustini, Dahliana. 2013. *Pemanfaatan Limbah Kayu Mebel Sebagai Pengganti Polystyrene pada Sikat Gigi dengan Konsep Knock Down menggunakan Metode Value Engineering*. Semarang : Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Al-Ghuraiz, Yusuf dan Enshassi, Adnan. 2005. *Ability and Willingness to Pay for Water Supply Service in the Gaza Strip*. Building and Environment 40 (2005) 1093-1102.
- Atres RU. *Metals recycling : economic and environmental implications*. Resour Conserv Recycling 1997;21:145-73.
- Fricilia, Maya dan Jauhari Legowo, Slamet. 2013. *Evaluasi Penerapan Tarif Angkutan Umum Kereta Api (Studi Kasus Kereta Api Madiun Jaya Ekspres)*. Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik : untuk teknik dan sains*. Jakarta : Erlangga.
- Johannesburg Declaration on Sustainable Development. 4th September 2002 – UN Department of Economic and Social Affairs – Division for Sustainable Development
- Kotler, Philip ; Bowen, John dan Makens, James. 2002. *Pemasaran Perhotelan dan Kepariwisataaan, Edisi Kedua*. Jakarta : Pearson Education Asia Pte.ltd dan PT. Pren Hallindo.
- Kumar Bose, Ranjan dan Shukla, Megha. 2001. *Electricity tariffs in India: An Assessment of Consumers' Ability and Willingness to Pay in Gujarat*. Energy Policy 29 (2001) 465-478.
- Ljungberg, Lennart Y. *Materials selection and design for development of sustainable products*. Materials and Design 28 (2007) 466–479
- Mardiyanto, 2010 : Plastik Dalam Kehidupan Sehari-hari.
- Mataria, Awad; Giacaman, Rita; Khatib,Rana, dan Paul Moatti, Jean. 2006. *Improvement and patients' "willingness" and "ability" to pay for improving the quality of health care in Palestina : An assessment using the contingent valuation method*. Health Policy 312-328.
- Muhammad,Tito. 2009. *Pembuatan Poli Asam Laktat Guna Memenuhi Kebutuhan Plastik Biodegradable*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Oktafiano, Willy. 2013. *Strategi Reduksi Dampak Lingkungan dengan Substitusi Material Produk Sikat Gigi menggunakan Metode Life Cycle Assessment*. Semarang : Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Perhimpunan Hotel dan Restoran Indonesia (PHRI) Prov. Jawa Tengah.
- Permata, Muhammad Rahmad. 2012. *Analisa Ability to Pay dan Willingness to Pay Pengguna Jasa Kereta Api Bandara Soekarno Hatta-Manggarai*. Jakarta: Universitas Indonesia.

## STUDI EMPIRIS PERBEDAAN EFISIENSI PRODUKSI PADA UKM BATIK CAP YANG BELUM DAN TELAH TERSERTIFIKASI SNI BATIK

Nur Avivah<sup>1</sup>, Dyah Ika Rinawati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: nuravivah\_idrpn@gmail.com

### ABSTRAKS

Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Batik masih bersifat sukarela. Hingga saat ini hanya ada 1 UKM Batik Cap yang sudah mendapatkan sertifikasi SNI Batik yaitu Batik Cap Saud Effendy. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan bukti empiris yang menunjukkan bahwa penerapan SNI memberikan manfaat bagi pelaku industri yaitu dapat meningkatkan efisiensi produksi pada UKM Batik Cap di Solo dan Yogyakarta. Untuk mengukur efisiensi produksi digunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa UKM Batik Cap yang telah mendapatkan sertifikasi SNI pasti efisiensi menjadi acuan perbaikan bagi UKM Batik yang belum tersertifikasi SNI namun terdapat UKM belum tersertifikasi SNI namun sudah efisien.

**Kata Kunci:** Batik Cap, Data Envelopment Analysis (DEA), Efisiensi, SNI Batik,

### PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman, tidak dipungkiri produk hasil industri batik di tanah air pun turut berkembang. Hal ini memberikan ide kepada Kementerian Perindustrian untuk mengusulkan Standar Nasional Indonesia (SNI) batik. SNI adalah dokumen berisi ketentuan teknis (merupakan konsolidasi iptek dan pengalaman) (aturan, pedoman atau karakteristik) dari suatu kegiatan atau hasilnya yang dirumuskan secara konsensus (untuk menjamin agar suatu standar merupakan kesepakatan pihak yang berkepentingan) dan ditetapkan (berlaku di seluruh wilayah nasional) oleh BSN untuk dipergunakan oleh pemangku kepentingan dengan tujuan mencapai keteraturan yang optimum ditinjau dari konteks keperluan tertentu (Purwanggono dkk, 2009). Hingga bulan April 2014, hanya ada 1 UKM Batik Cap yang sudah mendapatkan sertifikasi SNI Batik. Sedangkan berdasarkan data Kementerian Perindustrian, pada tahun 2010 terdapat 326 UKM Batik yang di Indonesia. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada pemilik UKM Batik, adapun faktor penyebab kurangnya keinginan dari pemilik UKM Batik untuk menerapkan SNI Batik adalah biaya yang dilakukan untuk mendapatkan sertifikasi SNI tidaklah sedikit. Serta UKM Batik belum mendapatkan bukti empiris yang menggambarkan manfaat yang akan didapatkan oleh UKM Batik apabila menerapkan SNI Batik.

Manfaat SNI bagi para pelaku usaha atau industri adalah salah satunya dapat meningkatkan efisiensi produksi (Purwanggono dkk., 2009). Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk memberikan bukti empiris yang dapat menyatakan bahwa UKM yang sudah menerapkan dan mendapatkan sertifikasi SNI memang memiliki efisiensi produksi yang lebih baik dari UKM yang belum menerapkan.

Pada penelitian ini, objek yang digunakan adalah UKM Batik Cap di Solo dan Yogyakarta. Hal ini dikarenakan batik di daerah Solo dan Yogyakarta memiliki kesamaan dari sisi geografi yaitu digolongkan sebagai batik nonpesisir yaitu batik tradisional yang umumnya masih memegang pakem (Musman dan Arini, 2011). Selain itu, UKM Batik Cap yang sudah menerapkan dan mendapatkan sertifikasi SNI berasal dari kota Solo yaitu Batik Saud Effendy. Dengan adanya penelitian ini dapat memberikan bukti nyata bahwa penerapan SNI memberikan dampak yang baik bagi UKM Batik itu sendiri khususnya untuk efisiensi produksi.

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan efisiensi produksi UKM Batik Cap yang belum dan UKM Batik Cap yang sudah menerapkan SNI, serta memberikan rekomendasi perbaikan pada UKM yang tidak efisien.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### *Data Envelopment Analysis (DEA)*

Menurut Talluri (2000), DEA merupakan model analisis produktivitas multifaktor untuk mengukur efisiensi relatif dari set DMU yang memiliki kesamaan. Skor/ nilai efisiensi dari multiple input dan multiple output didefinisikan sebagai

$$Efficiency = \frac{\text{weighted sum of outputs}}{\text{weighted sum of inputs}} \dots\dots\dots(1)$$

Asumsikan terdapat  $n$  DMUs, masing-masing dengan  $m$  input dan  $s$  output, nilai efisiensi relatif dari perhitungan suatu DMU diperoleh dari model berikut, yang diperkenalkan oleh Charnes et al., sebagai berikut :

$$Max \frac{\sum_{r=1}^s v_r Y_r}{\sum_{i=1}^m u_i X_i} \dots\dots\dots(2)$$

$$Subject \ to \ \frac{\sum_{r=1}^s v_r Y_r}{\sum_{i=1}^m u_i X_i} \leq 1 \ \forall j \dots\dots\dots(3)$$

$$v_r, u_i \geq 0 \ \forall r, i \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Y = variabel output

X = variabel input

u = bobot input

v = bobot output

r = 1 sampai s, (indeks untuk output)

i = 1 sampai m, (indeks untuk input)

j = 1 sampai n, (indeks untuk banyaknya DMU)

Formula diatas tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan program linier karena bukan merupakan persamaan linier. Rumusan di atas dapat diubah menjadi program linier seperti berikut ini :

$$Maximize \ \sum_{r=1}^s v_r Y_{rj} \dots\dots\dots(5)$$

$$Subject \ to \ \sum_{i=1}^m u_i X_{ij} = 1 \dots\dots\dots(6)$$

$$\sum_{r=1}^s v_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m u_i X_{ij} \leq 0; j = 1, 2, 3, \dots \dots\dots(7)$$

$$v_r \geq 0; r = 1, 2, 3, \dots, s \dots\dots\dots(8)$$

$$u_i \geq 0; i = 1, 2, 3, \dots, m \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan (2.7) diatas dijalankan  $n$  kali pada identifikasi nilai efisiensi relatif untuk semua DMU. Masing-masing DMU memilih bobot input dan output yang dapat memaksimalkan nilai efisiensi. Pada umumnya, DMU dikatakan efisien jika memiliki nilai efisien 1 dan jika nilainya kurang dari 1 menunjukkan bahwa DMU tersebut tidak efisien.

**Model CCR (Charnes, Cooper, dan Rhodes)**

Model ini merupakan perluasan dari teknik rasio yang digunakan dalam pendekatan pengukuran efisiensi tradisional. Model ini juga sering disebut sebagai *Constant Return to Scale (CRS)*. Ukuran efisiensi dari setiap DMU (*Decision Making Unit*) diperoleh dari maksimasi dari rasio output berbobot terhadap input berbobot, dengan syarat bahwa rasio yang serupa untuk setiap DMU kurang dari atau sama dengan satu (Misra, 2012).

Model CCR pertama kali diperkenalkan oleh Charnes dkk. (1978) dalam Lee (2014). Model ini mengasumsikan adanya *constant returns to scale (CRS)*. CRS merupakan proporsi yang sama antara perubahan pada tingkat input dan perubahan pada tingkat output. Model DEA juga dibedakan berdasarkan tujuan yaitu memaksimalkan output (*output – oriented*) atau meminimalkan input (*input – oriented*). Model CCR berorientasi output diformulasikan sebagai berikut :

$$Max \ h_o \dots\dots\dots(2.10)$$

$$s.t \ X\lambda \leq x_o \dots\dots\dots(2.11)$$

$$h_o y_o - Y\lambda \leq 0 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\lambda \geq 0 \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- $h_0$  = the reverse of the efficiency score  
 $X$  = the matrix of input vectors  
 $Y$  = the matrix of output vectors  
 $(x_0, y_0)$  = the DMU being measured  
 $\lambda$  = the vector of intensity variables

## METODOLOGI PENELITIAN

Hipotesis yang diangkat dalam penelitian ini adalah diduga efisiensi produksi UKM Batik Cap yang sudah menerapkan dan mendapatkan sertifikasi SNI lebih baik daripada UKM Batik Cap yang belum.

### Sampel

UKM Batik yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah UKM Batik Cap yang sudah menerapkan dan menerima sertifikasi SNI Batik yaitu UKM Batik Saud Effendy serta UKM Batik Cap yang belum menerapkan SNI Batik ialah Batik Cap Cempaka Solo, dan UKM Batik Cap Hany Yogyakarta.

### Metode

Metode yang biasa digunakan untuk mengukur efisiensi adalah *Data Envelopment Analysis* (DEA). Model DEA dibagi menjadi dua, yaitu CRS (*Constant Return to Scale*) dan VRS (*Variable Return to Scale*). Pada penelitian ini model yang digunakan adalah model DEA CRS/CCR, dimana rasio antara penambahan input dan output sama. Artinya, penambahan input sebesar x kali selalu menyebabkan output meningkat x kali. Sedangkan pada model VRS tidak demikian. Oleh karena itu dipilih model DEA CRS.

### Definisi Operasional

Menurut Hidayat (2012), adapun penjelasan mengenai variabel-variabel dan pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah Produksi  
Jumlah produksi dalam penelitian ini adalah jumlah produksi batik yang dihasilkan oleh UKM Batik dalam satuan potong.
2. Jumlah Tenaga Kerja  
Jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam satu siklus produksi batik dan satuan pengukuran adalah orang.
3. Jumlah Kain  
Jumlah total kain yang digunakan dalam satu siklus produksi produksi dan satuan pengukuran yang digunakan adalah meter.
4. Jumlah Malam  
Jumlah malam dalam proses produksi batik yang digunakan dalam satu siklus produksi, dengan satuan kilogram.
5. Jumlah Pewarna  
Jumlah obat pewarna dalam proses produksi batik yang digunakan dalam satu siklus produksi, dengan satuan kilogram.
6. Jumlah Bahan Bakar  
Jumlah LPG atau kayu bakar yang digunakan untuk memanaskan malam dan merebus kain dalam satu siklus produksi, dan satuan pengukuran adalah rupiah.
7. Jumlah Air  
Jumlah air yang digunakan dalam satu siklus produksi batik dengan satuan pengukuran liter.
8. Efisiensi Teknis  
Efisiensi teknis adalah kombinasi antara kemampuan dan kapasitas unit ekonomi untuk memproduksi sampai tingkat output maksimum dari sejumlah input dan teknologi yang dihitung dengan cara melihat rasio input dan output.

### Pengumpulan Data

Tabel 1 adalah data rata-rata jumlah produksi dan pemakaian bahan baku UKM Batik Cap di Solo dan Yogyakarta.

## HASIL DAN ANALISIS

### Analisis Nilai Efisiensi Produksi dari UKM Batik

Pada penelitian ini, sampel UKM Batik Cap adalah Batik Saud Effendy, Batik Cempaka dan Batik Hany. Berdasarkan perhitungan nilai efisiensi relatif pada UKM Batik Cap dengan menggunakan *Data*

*Envelopment Analysis* (DEA), dapat dilihat pada tabel 2 untuk nilai efisiensi 1 diperoleh oleh Batik Saud Effendy dan Batik Hany sedangkan Batik cempaka memperoleh nilai efisiensi kurang dari 1 yaitu 0,9954 dan dinyatakan secara relatif UKM Batik Cempaka kurang efisien.

**Tabel 1 Data Batik Cap**

No	DMU	Produksi (ptg)	tenaga kerja (org)	Kain (m)	Malam (kg)	Pewarna (kg)	Air (l)	bahan bakar	
								gas / kayu	rupiah
1	BATIK SAUD EFFENDY	100	14	240	4	2	4500	50kg (kayu)	50000
2	BATIK CEMPAKA	25	4	60	5	7,5	1189	3kg (gas)	45000
3	BATIK HA-NY	30	12	67,5	4	5	1174	Kayu	82500

**Tabel 2 Rekap Nilai Efisiensi UKM Batik Cap**

DMU	Efisiensi
BATIK SAUD EFFENDY	1,00
BATIK CEMPAKA	0,9954
BATIK HANY	1,00

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa UKM Batik Cap yang sudah tersertifikasi SNI sudah pasti memiliki efisiensi yang baik, sedangkan UKM yang belum tersertifikasi SNI belum pasti efisien.

Nilai efisiensi relatif ini dipengaruhi dari input dan output dari tiap UKM Batik Cap. Dalam perhitungan nilai efisiensi ini melibatkan 6 input yaitu tenaga kerja, jumlah kain dalam meter, jumlah malam dalam kilogram, jumlah pewarna dalam kilogram, pemakaian air dalam liter dan penggunaan bahan bakar dalam satuan rupiah sehingga menghasilkan 1 output yaitu kain batik cap dalam satuan potong. Terdapat perbedaan jenis bahan bakar dan pewarna yang digunakan berdasarkan asal dari UKM. Untuk UKM yang di Laweyan sebagian besar menggunakan gas namun untuk sampel UKM Saud Effendy, bahan bakar yang digunakan adalah kayu serta pewarna yang digunakan adalah remasol. Pada UKM Batik di Bantul, Batik Hany, bahan bakar yang digunakan adalah kayu dan pewarna yang digunakan adalah Naphtol. Terdapat perbedaan jumlah input yang digunakan oleh tiap UKM untuk menghasilkan output. Jumlah pemakaian malam adalah salah satu input yang nilainya berbeda. Pada UKM Batik Cap Saud Effendy memerlukan 4 kg malam untuk menghasilkan 100 potong batik sedangkan pada Batik Cempaka membutuhkan 5 kg malam untuk menghasilkan 25 potong kain batik. Dari perbandingan tersebut dapat terlihat perbedaan pemakaian malam yang cukup berbeda. Hal ini dikarenakan untuk UKM yang sudah menerapkan dan mendapatkan sertifikasi SNI dilakukan penggunaan kembali malam yang sudah dipakai dan mengendap dari proses membuat kain batik sehingga jumlah penggunaan malam lebih kecil dari penggunaan malam pada UKM yang belum menerapkan dan mendapatkan sertifikasi SNI. Faktor lain yang mempengaruhi adanya perbedaan jumlah input dari tiap UKM adalah motif yang dibuat pada masing-masing UKM. Pada batik cap, motif dari UKM Batik Saud Effendy dan Cempaka cukup terlihat tidak jauh berbeda, yaitu motif bunga-bunga dengan warna yang mencolok dan beragam. Untuk batik Hany, motif yang dibuat lebih dominan pada motif tradisional dengan warna yang tidak begitu bervariasi. Adanya perbedaan dari segi motif ini juga berpengaruh pada penggunaan malam dan jumlah pewarna yang digunakan serta banyaknya proses perorodan yang dilakukan.

*Peer Group/Benchmark* merupakan salah satu output dari software SIAD yaitu dapat diketahui UKM mana yang menjadi acuan dalam melakukan perbaikan bagi UKM Batik yang tidak efisien. Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa Batik Cempaka mengacu pada DMU 1 yaitu Batik Saud Effendy.

**Tabel 3 Rekap Peer Group/ Benchmark UKM Batik Cap**

Group	DMU	Group Benchmark
1	BATIK SAUD EFFENDY	-
2	BATIK CEMPAKA	1
3	BATIK HANY	-

Dengan menggunakan metode DEA ini dapat diketahui seberapa besar pengaruh variabel input dan variabel output terhadap efisiensi produksi dimana terlihat dari nilai bobot dari masing-masing variabel baik pada input maupun output. Dalam *DEA*, bobot dihasilkan dari data dan bukan ditentukan

dari awal. Setiap DMU akan diarahkan pada penggunaan *set* bobot yang akan menghasilkan nilai efisiensi terbaik untuk setiap DMU tersebut. Dalam output *software* SIAD, bobot disebut sebagai “*Pesos*”. Bobot untuk masing – masing variabel input output pada setiap UKM pada umumnya akan berbeda, tergantung dari kuantitas variabel yang dipakai pada masing – masing UKM tersebut. Dengan menggunakan *software* SIAD ini kita dapat secara otomatis mengetahui bobot dari masing-masing variabel. Nilai bobot terlihat pada tabel 4. Jika nilai bobot dari variabel input ataupun output adalah 0, artinya adalah variabel tersebut tidak mempengaruhi nilai efisiensi yang dihasilkan.

**Tabel 4 Rekap Hasil Bobot Variabel Per UKM Untuk UKM Batik Cap**

DMU	Bobot						
	Input						Output
	Tenaga Kerja	Kain	Malam	Pewarna	Air	Bahan Bakar	Produksi
Saud Effendy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00002	0,01
Cempaka	0,0093	0,0161	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Hany	0,00	0,0138	0,00	0,0141	0,00	0,00	0,0333

**Analisis Rekomendasi Perbaikan UKM Batik yang Tidak Efisien**

Rekomendasi perbaikan yang diajukan dalam memperbaiki dan meningkatkan efisiensi UKM yang tidak efisien diberikan dari sisi teknis yaitu dilakukan dengan mengacu pada perbaikan variabel – variabel yang dalam pengolahan data yang telah dilakukan dengan *software* SIAD yaitu dengan melihat target dari masing – masing variabel pada UKM yang tidak efisien. Penetapan target usulan perbaikan untuk variabel input maupun output dapat dicapai melalui perhitungan *radial movement* dan *slack movement*, dimana besarnya koefisien *radial movement* dan *slack movement* diperoleh dari hasil pengolahan dengan *software* SIAD. Rekomendasi perbaikan ini yang diberikan kepada UKM yang memiliki nilai efisiensi kurang dari 1 yaitu Batik Cempaka. Rekomendasi perbaikan secara teknis untuk Batik Cempaka dapat dilihat pada tabel 5.

Pada tabel 5 terlihat adanya pemberian rekomendasi yang diberikan kepada Batik Cempaka dengan menurunkan jumlah input malam, pewarna, air, dan bahan bakar. Sedangkan variabel lainnya tidak ada perbedaan antara target dan aktual. Pemberian rekomendasi penurunan jumlah input terbesar untuk Batik Cempaka adalah dari variabel pewarna yaitu dari aktual 7,5 kg direkomendasikan menjadi 0,8. Penggunaan malam juga direkomendasikan menjadi 1,18 kg yang awalnya 5 kg untuk menghasilkan 25 potong batik cap.

**Tabel 5 Rekap Hasil Rekomendasi Perbaikan Untuk UKM Batik Cempaka**

Variabel	Aktual	Radial	Slack	Target
Tenaga Kerja (orang)	4	0	0	4
Kain (meter)	60	0	0	60
Malam (kg)	5	0	3,82	1,18
Pewarna (kg)	7,5	0	6,7	0,8
Air (liter)	1189	0	69,68	1119,32
Bahan Bakar (Rp)	45000	0	28255	16745
Jumlah Produksi (potong)	25	0,12	0	25

UKM Batik Cempaka dapat mengurangi pemakaian jumlah lilin dengan menggunakan kembali lilin sisa dari proses sebelumnya yang mengendap ataupun tercecer untuk digunakan pada proses membuat batik, contohnya proses menembok dengan lilin dalam proses pewarnaan. Penggunaan air dapat dilakukan dengan melakukan pengurangan perorodan dimana sebelumnya dilakukan dua kali dikurangi menjadi satu kali. Untuk penggunaan bahan bakar dilakukan dengan mengubah bahan bakar kayu menjadi bahan bakar gas.



### **Keterbatasan Penelitian**

Adapun keterbatasan dari penelitian ini adalah sulit mencari UKM dengan karakteristik yang sama dan tidak ada periode waktu yang konstan dalam pengambilan data untuk variabel efisiensi produksi.

### **PENUTUP**

#### **Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan efisiensi relatif yang dilakukan dengan menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA) menunjukkan bahwa UKM Batik Cap yang telah mendapatkan sertifikasi SNI yaitu Saud Effendy memiliki nilai efisiensi 1 dan menjadi acuan perbaikan bagi UKM Batik yang belum tersertifikasi SNI yaitu UKM Batik Cempaka. Walaupun demikian terdapat UKM belum tersertifikasi SNI namun sudah efisien yaitu UKM Batik Hany.
2. Rekomendasi yang diberikan pada UKM yang tidak efisien adalah dengan memberikan rekomendasi secara teknis yaitu adanya perubahan jumlah variabel yang direkomendasikan untuk UKM Batik Cempaka adalah perubahan pada variabel input malam, pewarna, air dan bahan bakar.

#### **Saran**

Adapun saran yang diberikan baik untuk penelitian selanjutnya, untuk UKM Batik, maupun pemerintah adalah sebagai berikut :

1. Dalam menghitung efisiensi relatif dengan metode DEA hendaknya menggunakan *Decision Making Unit* dengan karakteristik yang sama.
2. Bagi UKM Batik yang sudah mendapatkan sertifikasi SNI hendaknya tetap konsisten menjalankan apa yang diperintahkan oleh pihak pemberi sertifikasi SNI.
3. Dengan adanya penelitian ini dapat mendorong UKM yang belum tersertifikasi SNI dapat mendaftarkan produk batiknya untuk mendapatkan sertifikasi SNI.
4. Untuk pemerintah hendaknya lebih mensosialisasikan SNI Batik kepada masyarakat, merubah peraturan dalam memberikan sertifikasi SNI Batik yaitu SNI Batik diperuntukkan pada satu UKM dimana sebelumnya penyertifikasian SNI Batik dilakukan pada jenis batik dan jenis kain, serta diharapkan pemerintah dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan oleh UKM tertentu untuk mendapatkan sertifikasi SNI Batik.

### **PUSTAKA**

- Hidayat, Y. A. 2013. *Efisiensi Produksi Kain Batik Cap*. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*. Volume 13. Nomor 1. Halaman 79-95.
- Lee, H., & Kim, C. (2014). Benchmarking of service quality with data envelopment analysis. *Expert Systems with Applications*, Volume 41, Halaman 3761-3768.
- Lie, Chien L, dan Lih, A, Tseng.2005. *Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Effeciencies for 27 International Container Ports*. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. Volume 5, Halaman 595-607.
- Mushman, A. dan Arini, A.B. 2011. *Batik – Warisan Adiluhung Nusantara*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Purwanggono, Bambang. Abduh, S., Nurjanah, dkk. 2009. *Pengantar Standarisasi Edisi Pertama*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Talluri, S. 2000. *Data Envelopment Analysis: Models and Extensions*. *Paper Production / Operations Management*

## STUDI EMPIRIS PERBEDAAN KUALITAS PRODUK PADA UKM YANG BELUM DAN TELAH TERSERTIFIKASI SNI BATIK

Pratiwi Vido Prabu Diani<sup>1)</sup>, Dyah Ika Rinawati<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail : [pratiwivido@gmail.com](mailto:pratiwivido@gmail.com) ; [dyah.ika@gmail.com](mailto:dyah.ika@gmail.com)

### ABSTRAKS

Perkembangan industri di Indonesia saat ini mengalami kemajuan pesat. UKM batik harus meningkatkan kualitas agar konsumen tetap menggunakan produknya. Peningkatan kualitas dari produk dapat dicapai dengan penerapan standar pada unit usaha tersebut. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah benar standarisasi dan sertifikasi menjamin mutu produk yang baik dan berdampak baik bagi kelestarian lingkungan hidup dilihat dari berbagai parameter yang ada. Fakta di lapangan menunjukkan sedikitnya unit usaha yang telah menerapkan SNI Batik.. Untuk melihat apakah ada perbedaan signifikan pada kualitas produk antara UKM yang belum dan telah tersertifikasi SNI Batik menggunakan uji analisis variansi (ANOVA). Dari hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan terhadap kualitas produk batik UKM yang belum dan sudah tersertifikasi SNI Batik pada parameter uji kekuatan tarik per 2,50cm, namun berbeda secara signifikan pada parameter perubahan dimensi setelah pencucian arah lusi.

**Kata Kunci :** Analisis Variansi (ANOVA), Sertifikasi, SNI Batik.

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat khususnya pada industri kreatif. Perkembangan ekonomi global saat ini menunjukkan industri kreatif adalah salah satu sumber penting pertumbuhan ekonomi dan perkembangan budaya dinegara-negara maju. Salah satu industri kreatif ialah industri batik. Salah satu strategi usaha yang dapat diterapkan pada UKM batik agar konsumen tetap menggunakan produknya ialah dengan meningkatkan dan mempertahankan kualitas dari produknya. Peningkatan kualitas dari produk dapat dicapai dengan penerapan standar pada unit usaha tersebut. Standarisasi mempunyai tujuan untuk memberikan perlindungan kesehatan dan keselamatan kepada konsumen, tenaga kerja dan masyarakat, mewujudkan jaminan mutu produk dan/atau jasa serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan mantap dan tercapainya persaingan yang sehat dalam perdagangan serta menunjang kelestarian lingkungan hidup.

Penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada batik baru dimanfaatkan oleh sedikit pengusaha atau pengrajin batik. Selain karena proses pengurusan SNI yang cukup panjang, penerapan standarisasi terhadap batik juga masih bersifat sukarela. Hingga bulan April 2014, baru terdapat dua UKM yang telah mendapatkan sertifikasi SNI Batik. Dua UKM yang telah mendapatkan sertifikasi SNI ialah UKM Batik Mahkota Laweyan dan UKM Batik Saud Effendy. Menindaklanjuti hasil penelitian sebelumnya oleh Meylani (2012) mengenai kesiapan UKM Batik dalam menerapkan SNI Batik, maka diperlukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh penerapan SNI Batik pada produk batik di UKM Batik Solo-Yogyakarta yang belum menerapkan SNI Batik dan yang sudah mendapatkan sertifikasi SNI Batik. Berdasarkan tujuan standarisasi untuk mewujudkan jaminan mutu produk dan/atau jasa, maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah benar standarisasi dan sertifikasi menjamin mutu produk yang baik dilihat dari beberapa parameter yang ada. Karena fakta di lapangan menunjukkan sedikitnya unit usaha yang telah menerapkan SNI.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah masih sedikit yang menerapkan SNI Batik karena kurangnya bukti empiris yang menunjukkan bahwa SNI benar meningkatkan kualitas. Pertanyaan penelitian pada penelitian ini adalah Apakah benar penerapan SNI Batik yang dilakukan selama ini pada UKM Batik sudah terbukti meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui perbedaan kualitas produk dari UKM yang belum dan sudah tersertifikasi SNI Batik.

## METODOLOGI

### Penentuan Variabel dan Parameter Penelitian

Suatu penelitian pada dasarnya merupakan suatu upaya sistematis untuk menjelaskan masalah dengan cara memandang masalah tersebut sebagai hubungan antar variabel. Variabel Penelitian adalah suatu atribut, nilai/ sifat dari objek, individu / kegiatan yang mempunyai banyak variasi tertentu antara satu dan lainnya yang telah ditentukan oleh peneliti untuk dipelajari dan dicari informasinya serta ditarik kesimpulannya. Variabel penelitian untuk kualitas produk pada penelitian ini ialah *Kekuatan tarik per 2,50 cm dan Perubahan dimensi setelah pencucian*. Parameter untuk kualitas produk disajikan pada tabel 1.

### Cara Pengujian Tiap Variabel

#### 1. Kekuatan tarik per 2,50 cm.

Untuk uji kekuatan tarik per 2,50 cm, minimal 5 sampel (5 kali pengulangan uji). Kain sampel ditiras sampai ukuran 2,5 cm. Lalu ditarik menggunakan alat uji tarik yang sudah terkalibrasi. Kecepatan tarik alat sebesar  $30 \pm 1$  cm per menit. Jarak antar penjepit pada alat 7,5 cm. Satuan hasil kekuatan tarik ialah Newton (N). Hasil dari pengujian 5 sampel dirata-rata. Cara pengujian sama untuk arah lusi dan pakan, hanya pengambilan sampelnya yang berbeda.

#### 2. Perubahan dimensi setelah pencucian.

Pengujian perubahan dimensi setelah pencucian mengacu pada SNI-ISO 5077-2011 Tipe 6A. Kain sampel dipola lalu potong dengan ukuran 50 cm x 50 cm. Diambil 5 cm dari tepi (arah lusi dan pakan), beri 3 tanda. Lalu diukur dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk lusi dan pakan. Kemudian kain sampel dicuci menggunakan mesin cuci dengan pintu depan, menggunakan sabun pencuci IEC. Kapasitas maksimal pencucian seberat 2 kg dengan perbandingan 1 kg kain sampel dan 1 kg kain pemberat. Atur suhu pencucian 40°C, lalu dicuci selama 20 menit. Setelah pencucian, buang air cucian lalu bilas. Pembilasan dilakukan 3 kali dengan lama waktu bilasan berturut-turut yaitu 3 menit, 2 menit, 2 menit, kemudian keringkan. Lalu kain sampel dianginkan pada suhu kamar. Gantung kain arah lusi. Kemudian kain sampel diukur kembali, pengulangan pengukuran sebanyak 3 kali lalu dirata-rata.

$$\text{Perubahan dimensi} = \frac{\text{sesudah} - \text{sebelum}}{\text{sebelum}} \times 100\% \quad (1)$$

(Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta, 2014)

### Pengujian Kualitas Produk Batik

Pengujian kualitas produk batik dapat ditentukan dari beberapa parameter yang berdasarkan ketentuan SNI Batik, pada penelitian ini yang menjadi parameter pembanding untuk kualitas produk yaitu kekuatan tarik dan perubahan dimensi setelah pencucian. Pengujian akan dilakukan di Balai Kerajinan dan Batik Yogyakarta dan hasil pengujian tersebut akan di analisis secara deskriptif dengan membandingkan antara hasil pengujian dengan standar SNI yang ada untuk tiap UKM yang diteliti.

### Uji Analisis Variansi (ANOVA)

Pada tahapan ini akan diuji Analisis Variansi untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kualitas produk secara signifikan antara rata-rata sampel produk batik dari UKM yang sudah tersertifikasi SNI dengan yang belum tersertifikasi SNI. Tiap Variabel yang ada diuji satu persatu untuk membandingkan ketiga UKM dimana perbandingan UKM dibedakan antara UKM Batik tulis dan UKM Batik cap. Input yang digunakan ialah hasil dari pengujian kualitas produk di Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta. Variabel yang dilakukan uji analisis variansi (ANOVA) ialah variabel Kekuatan tarik per 2,50 cm dan Perubahan dimensi setelah pencucian.

Hipotesis ANOVA yang digunakan pada penelitian ini ialah :

- 1.H<sub>0</sub> : Tidak terdapat perbedaan secara signifikan antar data dari UKM yang belum dan telah tersertifikasi SNI Batik.
- 2.H<sub>1</sub> : Terdapat perbedaan secara signifikan antar data dari UKM yang belum dan telah tersertifikasi SNI Batik.
- 3.α : 0,05
- 4.Daerah kritis :  $f > f_{\text{crit}}$
- 5.Perhitungan :  
Perhitungan nilai uji statistik dengan menggunakan *software*Ms.Excel.
- 6.Keputusan :  
Tolak H<sub>0</sub> bila uji statistik tersebut mempunyai nilai dalam daerah kritis, dan terima H<sub>0</sub> bila nilai uji statistik mempunyai nilai diluar daerah kritis.
- 7.Kesimpulan :

Berdasarkan keputusan yang diambil, maka dapat ditarik suatu kesimpulan berkaitan dengan data yang diuji.

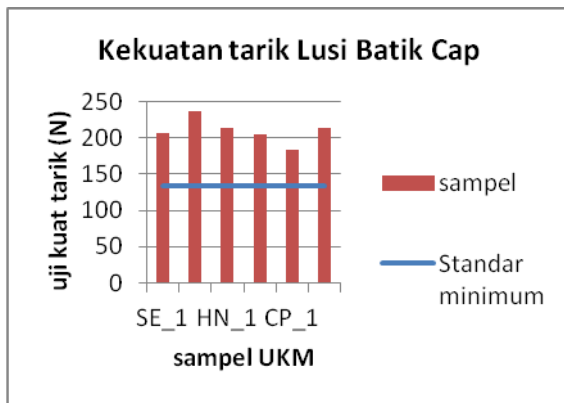
## PENGOLAHAN DATA

### Statistik Deskriptif

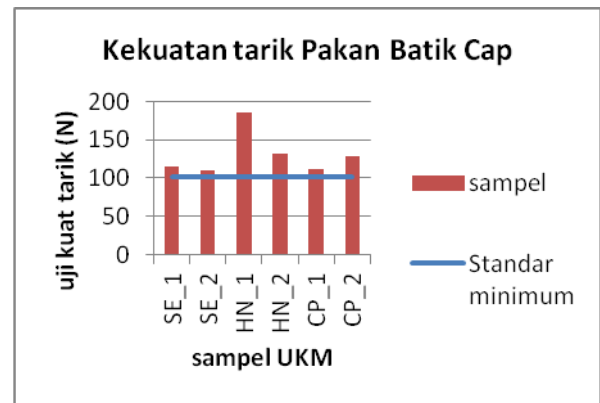
Statistik Deskriptif digunakan untuk memudahkan dalam menggambarkan hasil dari pengujian kualitas produk berdasarkan parameter kekuatan tarik per 2,50cm dan perubahan dimensi setelah pencucian.

#### Kekuatan tarik per 2,50cm

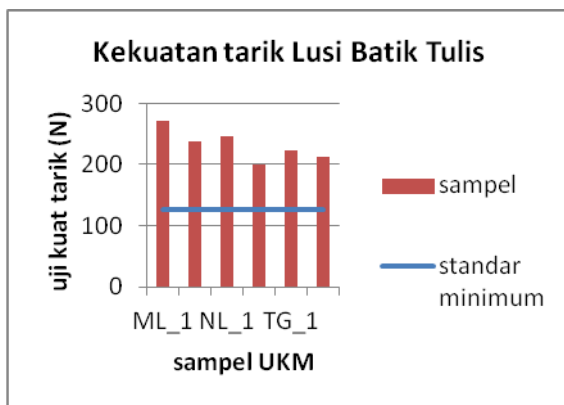
Hasil pengujian untuk parameter kekuatan tarik per 2,50 cm dapat dilihat pada tabel 2. Statistik deskriptif dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 1, gambar 2, gambar 3, dan gambar 4. Standar SNI Batik untuk kekuatan tarik batik cap untuk lusi minimum 133 N dan pakan minimum 102 N, sedangkan batik tulis untuk lusi minimum 127 N dan pakan 102 N.



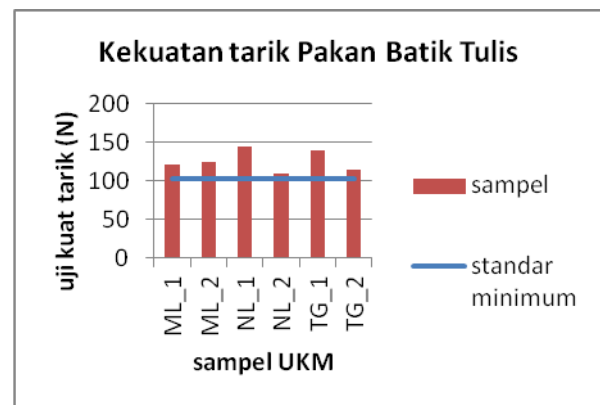
Gambar 1. Hasil uji sampel kekuatan tarik lusi Batik Cap



Gambar 2. Hasil uji sampel kekuatan tarik pakan Batik Cap



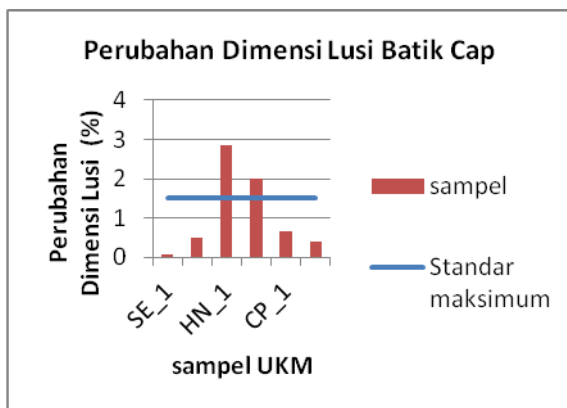
Gambar 3. Hasil uji sampel kekuatan tarik lusi Batik tulis



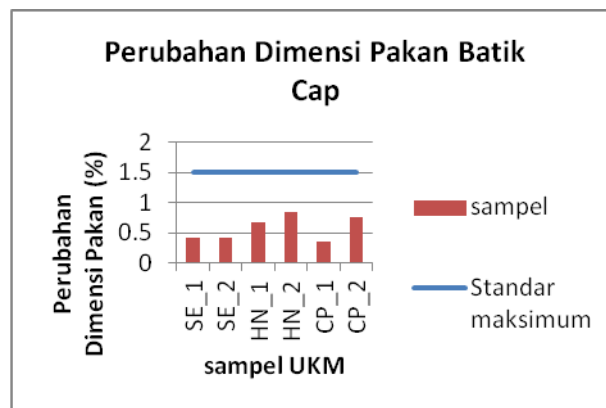
Gambar 4. Hasil uji sampel kekuatan tarik pakan Batik Tulis

Perubahan dimensi setelah pencucian

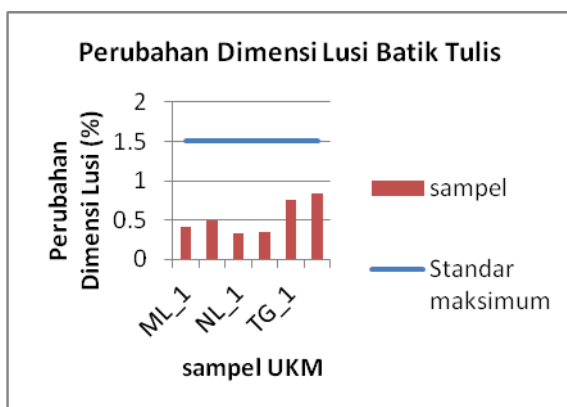
Hasil pengujian untuk parameter perubahan dimensi setelah pencucian dapat dilihat pada tabel 3. Statistik deskriptif dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5, gambar 6, gambar 7, dan gambar 8. Standar SNI Batik untuk perubahan dimensi setelah pencucian batik cap dan batik tulis untuk lusi dan pakan sama yaitu maksimum 1,5%.



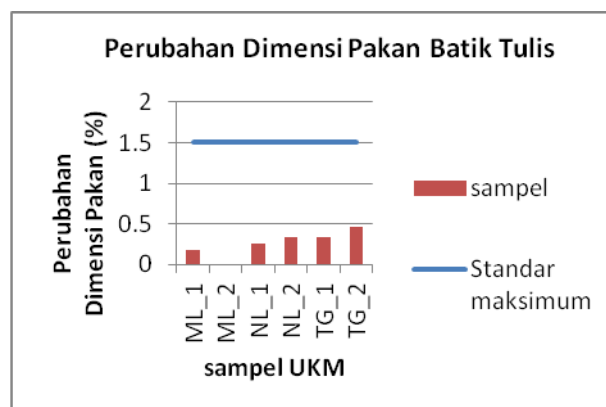
Gambar 5. Hasil uji sampel perubahan dimensi lusi Batik Cap



Gambar 6. Hasil uji sampel perubahan dimensi pakan Batik Cap



Gambar 7. Hasil uji sampel perubahan dimensi lusi Batik Tulis



Gambar 8. Hasil uji sampel perubahan dimensi pakan Batik tulis

### Uji Analisis Variansi (ANOVA)

Contoh Perhitungan

Perubahan dimensi arah lusi untuk batik cap

Tabel 4 Hasil pengujian perubahan dimensi arah lusi

	sampel 1	sampel 2
UKM Saud Effendy	0,08 %	0,5 %
UKM Hany	2,86 %	2,01 %
UKM Cempaka	0,67 %	0,41 %

- 1.H0 : Tidak terdapat perbedaan secara signifikan antar data perubahan dimensi arah lusi
- 2.H1 : Terdapat perbedaan secara signifikan antar data perubahan dimensi arah lusi
3. $\alpha$  : 0,05
- 4.Daerah kritis :  $F > f_{crit}$
- 5.Perhitungan :

**Tabel 5 Hasil ANOVA Perubahan dimensi arah lusi**

Anova: Single Factor

**SUMMARY**

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
UKM Saud Effendy	2	0,58	0,29	0,0882
UKM Hany	2	4,87	2,435	0,36125
UKM Cempaka	2	1,08	0,54	0,0338

**ANOVA**

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	5,503033	2	2,751517	17,08132	0,022936	9,552094
Within Groups	0,48325	3	0,161083			
Total	5,986283	5				

6.Keputusan : karena  $F < f \text{ crit}$  ( $3,538 < 9,552$ ), maka jangan tolak  $H_0$ .

7.Kesimpulan : Tidak terdapat perbedaan secara signifikan antar data panjang kain UKM Saud Effendy, Hany, dan Cempaka.

Hasil rekapitulasi Analisis Variansi (ANOVA) untuk batik cap disajikan pada tabel 6 dan untuk batik tulis disajikan pada tabel 7.

**ANALISIS**

**Analisis Deskriptif Hasil Pengujian Kualitas Produk**

Dari parameter yang diteliti, UKM Batik Mahkota Laweyan, Saud Effendy, Tugiran, Naluri, dan Cempaka telah memenuhi standar dari SNI Batik, sedangkan untuk UKM Hany tidak memenuhi standar untuk perubahan dimensi setelah pencucian arah lusi.

**Analisis hasil uji ANOVA (Analisis Variansi)**

Dari hasil ANOVA yang didapat, dapat dilihat bahwa untuk parameter kekuatan tarik per 2,50cm tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara UKM yang telah tersertifikasi SNI Batik dan UKM yang belum tersertifikasi SNI Batik dalam hal kualitas, baik antar UKM batik tulis maupun UKM batik cap. Namun terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter perubahan dimensi setelah pencucian arah lusi untuk kedua jenis UKM. Setelah diamati kembali hasil pengujian untuk parameter perubahan dimensi setelah pencucian arah lusi, untuk batik cap yang memiliki perbedaan signifikan ialah UKM batik Hany dan hasilnya pun melebihi standar maksimum untuk perubahan dimensi lusi yang distandarkan. Untuk batik tulis yang memiliki perbedaan signifikan ialah UKM Batik Tugiran, walaupun hasilnya masih memenuhi standar SNI. UKM Batik Hany dan UKM Batik Tugiran merupakan UKM yang masih menggunakan zat pewarna berbahaya yaitu naphthol pada proses produksinya. Salah satu yang menyebabkan perubahan yang cukup besar pada kain setelah pencucian ialah penggunaan zat pewarnanya. Menurut Djufri (1976), ketahanan cuci sebagian besar ditentukan oleh berat molekul atau ukuran besar molekul zat warna yang digunakan, molekul yang besar mempunyai ketahanan cuci lebih baik. Berdasarkan data dari Badan POM, berat molekul untuk zat pewarna Naphthol yaitu 144,17 g/mol, sedangkan untuk zat pewarna Remazol yaitu 669,04 g/mol, angka tersebut menunjukkan bahwa zat pewarna Remazol memiliki berat molekul yang lebih besar dibanding zat pewarna Naphthol. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa molekul yang besar mempunyai ketahanan cuci lebih baik (Djufri, 1976).

**KESIMPULAN**

Dari hasil pengolahan data yang diperoleh, penerapan dan sertifikasi SNI Batik terhadap kualitas produk belum memberikan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan UKM yang belum tersertifikasi SNI, hal tersebut dapat dilihat dari hasil ANOVA yang menunjukkan bahwa pada parameter kekuatan tarik per 2,50cm tidak berbeda secara signifikan antara UKM yang sudah dan belum tersertifikasi SNI Batik, namun berbeda secara signifikan untuk parameter perubahan dimensi setelah pencucian pada arah lusi. Sebagian besar kualitas produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang hampir sama baiknya antara produk UKM yang belum dan sudah tersertifikasi.

## PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Industri Kerajinan Dan Batik. 2001. *Teknologi Pengolahan Limbah Industri Kecil Batik*. Yogyakarta: Departemen perindustrian dan Perdagangan RI
- Departemen Perdagangan. 2008. Undang-undang No.20. Jakarta : Departemen Perdagangan Dalam Negeri
- Meylani. 2012. *Penilaian Kesiapan UKM Batik Dalam Menerapkan SNI Batik*. Tugas Akhir Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Pangestu M.E. 2008. *Pengembangan Industri Kreatif Menuju Visi Ekonomi Kreatif Indonesia 2025*. Jakarta: Departemen Perdagangan Republik Indonesia
- Purwanggono, B., Abduh, S., Nurjanah, Habibie, F.H., Trilaksana, W., Bakhtiar, A., et al. 2009. *Pengantar Standardisasi*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional
- Rasyid Djufri et al. 1976. "Teknologi Pengelantangan Pencelupan dan Pencapan". Institut Teknologi Tekstil : Bandung.
- Walpole, Ronald E. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung : ITB

**APPENDIX**

**Tabel 1 Variabel dan Parameter Kualitas Produk**

No.	Parameter Uji	Persyaratan	
		Batik cap mori prima	Batik tulis mori primissima
1	Kekuatan tarik per 2,50 cm		
	- Arah lusi - Arah pakan	Minimum 133 N Minimum 102 N	Minimum 127 N Minimum 102 N
2	Perubahan dimensi setelah pencucian		
	- Arah lusi - Arah pakan	Maksimum 1,50% Maksimum 1,50%	Maksimum 1,50% Maksimum 1,50%

**Tabel 2 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik per 2,50cm**

LUSI	sampel 1	sampel 2
UKM Saud Effendy	206,4	236,62
UKM Hany	213,07	204,83
UKM Cempaka	182,47	213,07
UKM Mahkota Laweyan	271,15	237,79
UKM Naluri	245,25	200,12
UKM Tugiran	222,49	212,68
PAKAN	sampel 1	sampel 2
UKM Saud Effendy	114,58	109,38
UKM Hany	185,21	132,24
UKM Cempaka	112,32	127,92
UKM Mahkota Laweyan	120,86	124,39
UKM Naluri	144,8	109,09
UKM Tugiran	140,09	113,8

**Tabel 3 Hasil Pengujian Perubahan Dimensi Setelah Pencucian**

LUSI	sampel 1	sampel 2
UKM Saud Effendy	0,08	0,5
UKM Hany	2,86	2,01
UKM Cempaka	0,67	0,41
UKM Mahkota Laweyan	0,41	0,5
UKM Naluri	0,33	0,34
UKM Tugiran	0,75	0,84
PAKAN	sampel 1	sampel 2
UKM Saud Effendy	0,42	0,42
UKM Hany	0,67	0,84
UKM Cempaka	0,34	0,75
UKM Mahkota Laweyan	0,17	0
UKM Naluri	0,25	0,34
UKM Tugiran	0,33	0,46



**Tabel 6 Rekap data hasil ANOVA batik cap**

<b>Parameter</b>	<b>F</b>	<b>f<sub>crit</sub></b>	<b>Keputusan</b>	<b>Kesimpulan</b>
Kuat tarik lusi	0,883	9,552	$F < f_{crit}$ , jangan tolak H0	Data tidak berbeda secara signifikan
Kuat tarik pakan	2,433	9,552	$F < f_{crit}$ , jangan tolak H0	Data tidak berbeda secara signifikan
Perubahan dimensi arah lusi	17,08	9,552	$F > f_{crit}$ , tolak H0	Data berbeda secara signifikan
Perubahan dimensi arah pakan	1,746	9,552	$F < f_{crit}$ , jangan tolak H0	Data tidak berbeda secara signifikan

**Tabel 7 Rekap data hasil ANOVA batik tulis**

<b>Parameter</b>	<b>F</b>	<b>f<sub>crit</sub></b>	<b>Keputusan</b>	<b>Kesimpulan</b>
Kuat tarik lusi	1,477	9,552	$F < f_{crit}$ , jangan tolak H0	Data tidak berbeda secara signifikan
Kuat tarik pakan	0,038	9,552	$F < f_{crit}$ , jangan tolak H0	Data tidak berbeda secara signifikan
Perubahan dimensi arah lusi	41,91	9,552	$F > f_{crit}$ , tolak H0	Data berbeda secara signifikan
Perubahan dimensi arah pakan	5,573	9,552	$F < f_{crit}$ , jangan tolak H0	Data tidak berbeda secara signifikan

## **Studi Ergonomic Cognitif: Analisa Pengaruh Distraksi Terhadap Rambu-rambu di Jalan Demi Kenyamanan Berkendara Lalu Lintas**

**Dhaneswara Santya W, Ary Arvianto, Wiwik Budiawan**

*Program Studi Teknik Industri*

*Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro*

*Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239*

*Email : [dhanewardhana@gmail.com](mailto:dhanewardhana@gmail.com); [aryarvi@undip.ac.id](mailto:aryarvi@undip.ac.id); [wiwikbudiawan@undip.ac.id](mailto:wiwikbudiawan@undip.ac.id)*

### **ABSTRAKS**

*Rambu-rambu lalu lintas sering kali terlupakan karena terbias oleh banyaknya distraksi berupa iklan-iklan di jalan. Berbagai bentuk iklan, mulai dari usaha eceran, hingga perusahaan multinasional mengandalkan reklame/iklan dalam memasarkan produk dan jasa mereka kepada masyarakat. Distraksi ini sering kali menyebabkan faktor keselamatan dalam berkendara menjadi tidak terlihat yaitu rambu-rambu lalu lintas. Rambu-rambu ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai situasi dan kondisi jalan yang akan dilewati oleh pengguna jalan. Dalam mengemudi faktor keselamatan berkendara harus menjadi pusat perhatian karena menjadi salah satu penyebab terjadinya pelanggaran dan kecelakaan lalu lintas. Terjadinya gangguan (*distraction*) melibatkan paling sedikit dua aspek, yaitu mempertahankan fokus perhatian serta adanya beban kerja yang berlebihan. Dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan metode berbasis kepada dasar-dasar dari Eye Tracking. Metode ini membantu mendeteksi kecenderungan arah atensi pandangan mata dan ketertarikan arah penglihatan terhadap suatu objek. Dimana nantinya ditujukan untuk pengguna jalan sehingga dapat mengetahui intensitas apa saja yang dilihat ketika sedang berkendara dan juga berkaitan dengan posisi rambu-rambu lalu lintas yang ada di jalan beserta distraksi yang ada disekitarnya. Demi kenyamanan dan keamanan berlalu lintas.*

**Kata kunci :** *Rambu-rambu Lalu Lintas, Distraksi, Iklan, Eye Tracking, Atensi*

### **PENDAHULUAN**

Distraksi gangguan bagi pengguna jalan khususnya pengemudi merupakan faktor keselamatan berkendara yang harus menjadi pusat perhatian karena menjadi salah satu penyebab terjadinya pelanggaran dan kecelakaan lalu lintas. Terjadinya gangguan (*distraction*) melibatkan paling sedikit dua aspek, yaitu mempertahankan fokus perhatian serta adanya beban kerja yang berlebihan (terlalu banyak kegiatan yang harus dilakukan) (Kidd, 2010).

Kota Semarang sebagai pusat pemerintahan provinsi Jawa Tengah, menjadikan kota Semarang juga sebagai pusat bisnis dan tempat tujuan masyarakat untuk melakukan proses jual beli. Kota Semarang yang sedang beranjak menjadi kota metropolitan, membawa pengaruh kepada sektor bisnis dan industri yang ada saat ini dan yang akan datang. Hal ini berkaitan pula dengan iklan-iklan yang berbetbaran di wilayah Kota Semarang itu sendiri. Iklan-iklan dalam bentuk reklame sering kita jumpai di tempat-tempat strategis di Kota Semarang. Mulai dari jalan-jalan kecil sampai jalan-jalan utama dan jalan antar provinsi. Banyaknya iklan-iklan yang berbetbaran dimana-mana yang berupa distraksi sejatinya merupakan upaya persaingan antar industri untuk memasarkan produknya, sering menjadi sampah-sampah visual bagi masyarakat umum. Iklan-iklan tersebut berada ditempat yang tidak seharusnya. Tidak hanya karena mengganggu keindahan kota namun juga membuat rambu-rambu lalu lintas menjadi tidak terlihat. Pemilihan warna-warna yang mencolok dan penempatan iklan-iklan di jalan yang tidak tepat menyebabkan tingkat kontras dengan rambu-rambu lalu lintas menjadi minim. Rambu-rambu lalu lintas yang seharusnya menjadi pusat perhatian bagi pengguna jalan agar tertib berkendara menjadi tidak terlihat dan akhirnya banyak terjadinya pelanggaran. Akibat belum adanya alat yang mampu mengidentifikasi masing-masing reklame yang ada, meliputi lokasi, jenis dan ukuran, jangka waktu yang diberlakukan serta data lainnya yang dapat mempermudah pemerintah kota untuk menjaga ketertiban dari iklan tersebut menjadikan hal ini menjadi perhatian yang harus segera diatasi. Disini Pemerintah Kota Semarang memiliki Dinas PJPR yang bertugas untuk mengelola sarana periklanan reklame Kota Semarang yang tentunya berdasarkan kepada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informasi 25/PER/M.KOMINFO/5/2007 dan Peraturan Daerah Kota Semarang No 14 Tahun 2012.

Dalam penelitian ini peneliti akan mencoba mengamati perilaku mengemudi pengguna jalan yang menggunakan kendaraan roda empat ketika melewati jalan yang memiliki banyak rambu-rambu lalu

lintas dan distraksi. Sehingga nantinya dapat diketahui bagaimana tingkat intensitas apa yang dilihat pengguna jalan dari variabel distraksi dan rambu lalu lintas yang ada di jalan sehingga nantinya dapat dianalisa pengaruh antara 2 variabel ini yang saling bersinggungan untuk berebut perhatian agar dilihat oleh pengguna jalan. Dimana seharusnya pengguna jalan lebih diutamakan untuk melihat rambu-rambu lalu lintas yang ada agar terhindar dari pelanggaran lalu lintas daripada melihat distraksi berupa iklan-iklan reklame yang bertebaran terutama saat berkendara.

Metode pengukuran penglihatan kognitif terhadap rambu ini mengadaptasi dari cara kerja alat *eye tracker* yang bekerja menangkap gerakan mata dengan mendeteksi kecenderungan arah pandangan mata dan ketertarikan arah penglihatan terhadap suatu objek. Dengan bantuan beberapa peralatan digital seperti kamera yang ditempatkan sesuai dengan kebutuhan pengambilan data. Diharapkan nantinya dapat bermanfaat khususnya bagi Dinas Perhubungan dalam mengoptimalkan kerja dari rambu-rambu lalu lintas agar dapat berfungsi dengan baik kembali. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar yang baik dalam penelitian selanjutnya mengenai desain dan pemasangan rambu-rambu lalu lintas.

Berdasarkan latar belakang sebelumnya dapat diketahui bahwa keberadaan iklan yang berada di jalan sebagai sarana promosi suatu industri memiliki sisi negatif apabila tidak dikelola dengan baik sesuai dengan peraturan yang ada. Sisi-sisi negatif yang akan coba diidentifikasi dalam penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh iklan-iklan tersebut mengganggu kenyamanan berkendara pengguna jalan? Kemudian terkait dengan bagaimana letak keberadaan iklan-iklan tersebut agar dapat selaras dengan rambu-rambu lalu lintas yang ada di jalan? Apakah menjadi gangguan bagi pengguna jalan?

## METODE

### Responden

Koresponden yang akan berpartisipasi dalam penelitian ini akan dipilih secara acak pengguna jalan berkelamin pria/wanita berumur 20-45 tahun, memiliki kesehatan jasmani dan penglihatan normal, dapat mengemudikan kendaraan bermotor roda 4 dengan minimal memiliki pengalaman mengemudi 1 tahun sesuai dengan peraturan proses pemberlakuan asuransi bagi pengemudi kendaraan bermotor di Indonesia.

Dari kriteria ini sampel yang akan diambil bersifat *purposive sampling* dimana pemilihan sampel dilakukan dengan cara penentuan dari suatu populasi sesuai dengan yang dibutuhkan peneliti yang disesuaikan dengan permasalahan dalam penelitian. Teknik yang biasa digunakan dalam penelitian yang memiliki keterbatasan waktu, tenaga dan biaya ini memberikan hak kepada peneliti untuk memilih sampel yang akan digunakan didalam penelitiannya. Sampel yang akan diambil nantinya berjumlah 30 orang untuk mendekati syarat distribusi normal. Dari hasil pengujian ini nantinya akan dilakukan pengujian korelasi untuk melihat hubungan dan pengaruh antara atensi dan rambu-rambu yang ada.

### Instrumen Peralatan

Pilot studi merupakan tahapan percobaan dalam penelitian sebelum melakukan pengujian yang sebenarnya kepada responden demi mendapatkan hasil yang maksimal. Dalam pengujian ini peneliti telah melakukan beberapa percobaan terkait dengan perangkat yang notabennya dibuat dengan biaya yang minimum namun tetap tidak mengurangi ketepatan dan fungsi yang bersinggungan dengan tujuan penelitian ini. Perangkat penelitian yang digunakan merupakan gabungan beberapa kamera dengan kemampuan merekam gambar. Memanfaatkan sisi mata rekam beberapa kamera yang berfungsi sama dengan cara kerja alat *Eye Tracker* yang sebenarnya. Berbasis kepada biaya yang minim dikarenakan perangkat sebenarnya terlalu mahal maka alat buatan ini diciptakan.

Berikut contoh pengumpulan data yang didapat berdasarkan simulasi yang dilakukan :

1. Hasil sudut pandang pertama merupakan sudut pandang responden, dimana kamera yang berbentuk kacamata ditempatkan diantara mata responden dan merekam apa yang dilihat oleh responden saat simulasi mengemudi berlangsung. Sehingga dapat diasumsikan bahwa hasil rekaman kamera ini mewakili apa yang dilihat oleh responden.



Gambar 1. Hasil Kamera Sudut Pandang Responden

2. Hasil sudut pandang kedua adalah sudut pandang pergerakan mata dan kepala responden (*eye movement* dan *head movement*). Disini kamera ditempatkan didepan dan menghadap responden. Kamera tersebut berfungsi merekam aktivitas dari depan responden sehingga dapat terlihat jelas mengenai apa yang dialami dan dilakukan responden pada saat simulasi berlangsung. Dalam penelitian ini menggunakan kamera digital yang diposisikan dengan kebutuhan penelitian.



Gambar 2. Hasil Kamera Sudut Pandang Ke Responden

3. Sudut pandang terakhir adalah penempatan kamera didalam kabin. Kamera ini berfungsi untuk merekam kegiatan simulasi yang sedang berlangsung. Situasi dan kondisi didalam kabin kendaraan dan juga akan menampilkan perilaku koresponden saat melakukan simulasi mengemudi. Sehingga dapat diketahui macam-macam tindakan yang diambil responden pada saat simulasi mengemudi didalam kendaraan. Apakah dalam kondisi kewajaran atau tidak sehingga apabila tidak dalam kondisi normal banyak gangguan (distraksi) secara internal yang berupa data ekstrim maka data tidak akan dipakai.



Gambar 3. Hasil Kamera Sudut Pandang Kabin

Sebelum simulasi berlangsung tentunya dibutuhkan waktu bagi peneliti untuk melakukan *set up* peralatan yang akan digunakan. Penyesuaian *set up* dilakukan untuk memberikan hasil yang akurat pada setiap responden. Karena setiap responden memiliki tingkat pengaturan yang berbeda ketika berada didalam kendaraan terutama berkaitan dengan posisinya saat berkendara. Tentunya responden dipersilahkan untuk mengatur tingkat kenyamanan saat mengemudi kendaraan sesuai dengan selera dan kebiasaan mengemudinya (posisi kursi, posisi kaca spion dan menyalakan atau mematikan musik).

Berikut kondisi saat simulasi berlangsung didalam kabin kendaraan



Gambar 4. Kondisi Simulasi

Pengambilan data pada penelitian ini mengadaptasi pada alat Eye Tracker yang dibuat sendiri dengan biaya rendah disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Dimana menggunakan beberapa kamera yang diintegrasikan berlensa ganda dimana lensa pertama beroperasi searah pandangan dengan mata manusia untuk melihat arah pandangan dan lensa kedua beroperasi sejajar menghadap ke mata manusia untuk melihat pergerakan bola mata manusia.

### Prosedur

*Eye Tracking* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengukur pergerakan mata seseorang dimana peneliti dapat mengetahui kemana mata individu yang diteliti itu melihat pada waktu tertentu dan sekuen dimana mata bergerak dari suatu lokasi ke lokasi yang lain. Sedangkan *Eye Tracking System* adalah sistem yang mampu melakukan proses *Eye Tracking* itu sendiri. Terdapat 2 komponen utama yang digunakan dalam pengukuran ETS yaitu mata manusia dan alat *Eye Tracker*. Dari pergerakan mata diatas *Eye Tracker* sendiri mempunyai beberapa kelebihan dalam menangkap pergerakan, antara lain:

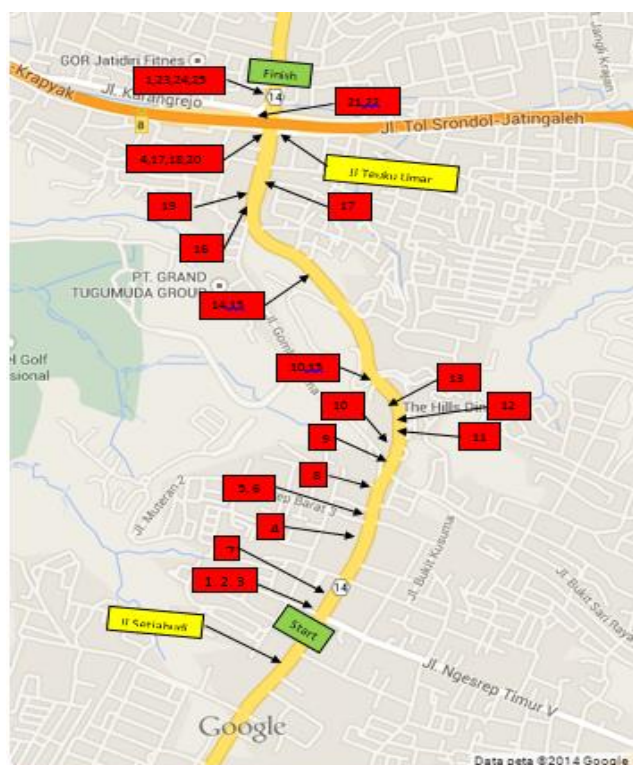
1. Dapat mengetahui secara pasti arah pandangan seseorang.
2. Dapat mengetahui intensitas relatif dari atensi seseorang pada suatu bagian dan suatu objek dengan AOI (*Area Of Interest*). Sehingga dapat mengetahui kapan dan berapa lama atensi mata itu terjadi.
3. Dapat mengetahui atensi urutan sistematis apa yang dilihat seseorang menggunakan kemampuan pergerakan tercepat tubuh manusia pada mata dengan adanya perubahan fokus yaitu *saccades*.

*Eye Tracker* sendiri seringkali digunakan untuk penelitian yang cenderung dilakukan di laboratorium. Hal ini dikarenakan beberapa macam alat *Eye Tracker* berukuran cukup besar dan memiliki kelengkapan alat bantu lain yang memakan tempat dan kurang fleksible seperti *Static Eye Tracker*. Melihat dari kebutuhan dalam penelitian ini yang mengharuskan penelitian dilakukan *On The Road* maka peneliti mencoba membuat alat *Eye Tracker* sederhana dengan biaya murah berbasis kepada perekaman pergerakan mata dengan kamera 2 arah yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian ini saja. Peneliti melakukan pemilihan metode terbaik yang akan digunakan untuk melakukan pemecahan masalah yang ada demi mendapatkan hasil yang terbaik. Dalam penelitian ini metode terpilih yang digunakan adalah Ergonomi Kognitif dengan menggunakan adaptasi alat *Eye Tracker*.

### DISKUSI DAN HASIL

#### Pengumpulan Data

Di sepanjang jalan lokasi penelitian ini terdapat cukup banyak rambu lalu lintas yaitu sebanyak 25 buah. Dari 25 buah rambu tersebut memiliki macam-macam fungsi dan tujuan bagi pengguna jalan.



Gambar 5. Peta Letak Rambu

Rambu-rambu diatas tersebar disepanjang jalan lokasi penelitian. Dan dalam penelitian ini diharapkan dari hasil simulasi responden dapat melihat lebih dari 50 % dari rambu yang ada. Sesuai dengan fungsi dari keberadaan rambu itu sendiri adalah untuk dilihat pengguna jalan sebagai peringatan dan informasi yang harus diketahui seputar kondisi jalan.

### Pengolahan Data

Dari hasil pengumpulan data simulasi didapatkan tiga video sudut pandang yang mewakili setiap respondennya. Disini akan diketahui lamanya waktu simulasi untuk setiap responden diperbandingkan dengan waktu ketika responden melihat rambu yang ada. Perhitungan waktu total mengemudi untuk setiap responden didapatkan dengan melihat waktu divideo yang direkam. Waktu Total adalah waktu dititik finish dikurangi waktu dititik start (bukan waktu awal dan akhir video)

Di pengolahan data juga akan didapatkan waktu rambu. Dimana waktu rambu adalah waktu berapa lama rambu tersebut dilihat oleh responden. Sehingga tingkat perbandingan pada saat simulasi berapa lama yang dibutuhkan pengguna jalan untuk melihat rambu. Perhitungan waktu rambu untuk masing-masing rambu didapatkan dari integrasi ketiga video yang ada. Pertama ketika rambu muncul disesuaikan dengan mulai dari awal responden melihat rambu sampai tidak melihat rambu lagi.

**Tabel 1. Rekapitulasi Olah Data Simulasi**

Responden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Waktu Total	4.21	2.91	5.39	4.17	4.19	5.35	4.26	4.24	4.30	4.14
Waktu Rambu (detik)	15	11	10	9	5	7	8	13	5	11

Responden	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Waktu Total	5.21	4.35	5.31	4.17	4.03	3.41	6.35	3.28	3.34	3.28
Waktu Rambu (detik)	2	12	8	14	8	7	13	7	6	7

Responden	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Waktu Total	3.30	5.26	6.12	4.41	3.51	4.08	3.48	4.03	4.44	3.33
Waktu Rambu (detik)	6	7	8	4	6	8	22	8	8	20

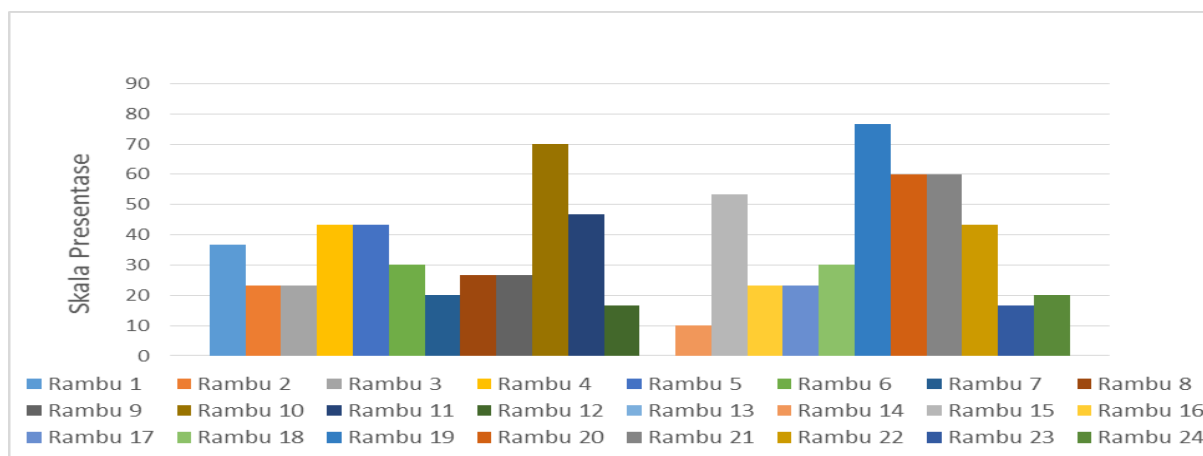
Dari data kedua berupa data pasca simulasi berupa pertanyaan seputar rambu-rambu yang ada. Setiap responden yang telah mengikuti simulasi akan langsung diberi pertanyaan bergambar. Berikut hasil pengolahan dari data pasca simulasi :

**Tabel 2. Hasil Pengolahan Data Pasca Simulasi**

Perhitungan	Rambu -rambu di Lokasi Penelitian												
Rambu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Total	11	7	7	13	13	9	6	8	8	21	14	5	0
Presentage	36.7	23.3	23.3	43.3	43.3	30	20	26.7	26.7	70	46.7	16.7	0

Perhitungan	Rambu -rambu di Lokasi Penelitian											
Rambu	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Total	3	16	10	7	9	23	14	18	13	5	6	0
Presentage	10	53.3	33.3	23.3	30	76.7	46.7	60	43.3	16.7	20	0

Dari data simulasi berupa hasil dari rekaman tiga video nantinya akan diintegrasikan dengan hasil kuisisioner bergambar pasca simulasi.



Gambar 6. Diagram Hasil Pengolahan Data

## KESIMPULAN

Dalam penelitian didapatkan pula hasil pengukuran atensi pengguna jalan terhadap rambu-rambu dengan distraksi yang ada. Dari hasil pengujian membuktikan bahwa korelasi hubungan dari variabel tersebut negatif atau berbanding terbalik dengan nilai sebesar  $-0,21$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat faktor lain yang menyebabkan dibutuhkannya waktu yang lebih lama pengguna jalan dalam melihat dan memahami rambu lalu lintas yang ada. Atau dapat dikatakan distraksi-distraksi ini mengganggu pengguna jalan dalam melihat rambu-rambu lalu lintas. Faktor yang didapat adalah distraksi yang bersifat statis yaitu iklan-iklan dan tanaman yang ada disekitar rambu-rambu lalu lintas dijalan.

Terdapat stidak-tidaknya 4 kriteria yang harus diperhatikan dalam penentuan dan pemasangan rambu-rambu lalu lintas di jalan :

1. Bentuk dan ukuran rambu. Yang akan mengatur mengenai bentuk dari keseragaman rambu dan juga keseragaman ukuran rambu sehingga dapat memberikan informasi sejelas-jelasnya pada masyarakat pengguna jalan.
2. Desain dan warna rambu  
Yang akan mengatur material bahan yang digunakan rambu baik dalam segi desain dan warna. Agar dapat bertahan lama dan diharapkan dapat memberikan informasi bagi pengguna jalan dalam berbagai situasi dan kondisi dijalan.
3. Posisi dan penempatan rambu  
Yang akan mengatur mengenai posisi yang terbaik dalam penempatan rambu sehingga dapat memberikan informasi yang jelas dari sudut pandang pengguna jalan.
4. Pemeliharaan Rambu  
Yang akan menjadi poin penambahan dalam mendukung dalam poin kriteria rambu. Dimana pemeliharaan rambu agar rambu dapat terus bertahan lama dan berfungsi dengan baik dengan tidak adanya distraksi yang mengganggu

## PUSTAKA

- Arindita, S. 2003. *Hubungan Antara Persepsi Kualitas Pelayanan dan Citra Bank dengan Loyalitas Nasabah*. Surakarta: Fakultas Psikologi UMS.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. Diakses pada April 2014 dari [bps.go.id](http://bps.go.id).
- Bovee, Courtland. (1992). *Contemporary Advertising*. California: Irwin Series.
- Castro, Candida. Horberry, Tim. (2004). *The Human Factors of Transport Sign*. Florida: CRC Press.
- Collins English Dictionary (2011). Diakses pada April 2014 dari [www.collinsdictionary.com](http://www.collinsdictionary.com).
- Dewi, Adissa. (2012). *Analisa Efektivitas Iklan Surat Kabar Kompas Ditinjau Dari Faktor Ukuran dan Warna*. Depok: Universitas Indonesia.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Semarang. Diakses pada April 2014 dari [dispendukcapil.semarangkota.go.id/statistik/jumlah-penduduk](http://dispendukcapil.semarangkota.go.id/statistik/jumlah-penduduk).
- Dinas Penerangan Jalan dan Pengelolaan Reklame Kota Semarang. Arsip Pengelolaan Reklame Kota Semarang 2012-2013
- Dinas Penerangan Jalan dan Pengelolaan Reklame Kota Semarang. Diakses pada April 2014 dari [semarang.go.id/pjpr](http://semarang.go.id/pjpr).

- Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Panduan Penempatan Fasilitas Perlengkapan Jalan. Diakses pada Juli 2014 dari [dephub.go.id](http://dephub.go.id)
- Direktur Jendral Perhubungan Darat. Lampiran RPD Juknis Perlengkapan Jalan. Diakses pada Juli 2014 dari [hubdat.dephub.go.id](http://hubdat.dephub.go.id)
- Lampiran\_RPD\_Juknis\_Perlengkapan\_Jalan - FIX-[hubdat.dephub.go.id](http://hubdat.dephub.go.id)
- Edquist, J. Horberry. T, Hosking. S., et al. (2010). *Effects of advertising billboards during simulated driving*. Australia: Monash University.
- Elice. (2009). Pengembangan Perancangan Penelitian Planogram rak Supermarket yang Menarik Atensi Pembelanja Berbasis Eye-Tracking Studi Kasus pada Kemasan Sampo. Depok: Universitas Indonesia.
- Jalaludin, Rahmat. (1992). *Psikologi Komunikasi*. Bandung:Remaja Rosdakarya.
- Karnita, R. Meiralarasari. D. (2009). *Metode Visual Intepretatif. Terhadap Tampilan Visual Iklan Media cetak sebagai Alternatif Analisis dari Metode Eye Tracking*. Bandung: ITB.
- Keller, K.L. (2009). *Manajemen Pemasaran Edisi Ketiga Belas*. Jakarta: Erlangga (Original work published 1997).
- Rusmanto, G. (2010). *Promosi Melalui Media Iklan Televisi dan Efektivitasnya*. Rajawali Press.
- King, W. Russell, T. 2008. *Kleppner's Advertising Procedure, Seventeenth edition*. New Jersey: Pearson Education.
- Kidd, David.G. (2010). *Distracted Driving*. ASSE Foundation Research.
- Lowe, B, W. (1993). *Periklanan yang Efektif*. Jakarta: Elex Media Komputindo
- Loslever, P. Simon, P. Rosseau, F., et al. (2008). *Using space windowing for preliminary analysis of complex time data in human component system studies with eye tracking in advertising and car/head movements in driving*. France: Valenciennes University.
- Mahachandra, Manik. Yassierli. Satalaksana. Suryadi. (2011). *Sleepiness Pattern Of Indonesian Professional Driver Based on Subjective Scale and Eye Closure Activity*. Indonesia: Institut Teknologi Bandung
- Megias, A. Maldonado, A. Catena. A., et al. (2011). *Modulation of attention and urgent decisions by affect-laden roadside advertisement in risky driving scenarios*.Spain: Granada University.
- Nurmianto, Eko. (1998). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Candimas Metropole
- Peraturan Daerah Kota Semarang No. 11 Tahun 2009. Retribusi Ijin Penyelenggaraan Reklame. Diakses pada April 2014
- Peraturan Daerah Kota Semarang No. 14 Tahun 2012. Penyelenggaraan Reklame. Diakses pada April 2014
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2010. Pedoman Pemanfaatan Penggunaan Bagian-bagian Jalan. Diakses pada April 2014
- Perpustakaan Universitas Bina Nusantara. Diakses pada April 2014 dari [Library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc](http://Library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc).
- Poole, A. Ball, L. (2005). *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research : Current Status and Future Prospect*. United Kigdom: Lancaster University
- Putra, Darma. Cahyawan, Agung. Perdana, Yandi. (2011). *Low Cost Based Eye tracking and Eye Gaze Estimation*. Bali: Udayana University.
- Regan, Michael. Hallett, Charlene. Gordon, Craig. (2011). *Driver Distraction And Driver Inattention: Definition, relationship and Taxonomy*. New Zeland
- Sari, Ratna, K. (2011). *Media Promosi dan Efektivitasnya Dalam Meningkatkan Pemasaran*. Jakarta: Visi Media.
- Satalaksana, Iftikar.Z. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB.
- Taylor, T. Pradhan, A. Divekar, G., et al. (2011). *The view from the road: The contribution of on-road glance-monitoring technologies to understanding driver behavior*. United State: Massachusetts University.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 28 Tahun 2009. Pajak Daerah dan Retribusi Daerah. Diakses pada April 2014
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2000). *Ergonomi Studi Gerak & Waktu (edisi pertama)*. Surabaya: Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2011). *Studi Aplikasi Ergonomi Kognitif Untuk Beban Kerja Mental Pilot Dalam Pelaksanaan Prosedur Pengendalian Pesawat*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.



**Analisis Hubungan *Retailer Awareness, Retailer Association, Retailer Perceived Quality, Retailer loyalty* terhadap *Purchase intention*  
(Studi Kasus : Outlet Jamu PT Nyonya Meneer di Semarang)**

**Hery Suliantoro<sup>1</sup>, Dwi Restiani<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239  
Email : suliantoro\_hery@yahoo.com; dwi.tiani92@gmail.com

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilatarbelakangi karena terdapat penurunan minat beli jamu Nyonya Meneer karena konsumen khususnya anak muda kurang tertarik untuk mengonsumsi jamu tradisional. Penurunan minat beli dapat terlihat dari data rekapitulasi penjualan Jamu Kecantikan Wanita pada tahun 2009-2013. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara *retailer awareness, retailer association, retailer perceived quality, retailer loyalty*, terhadap *purchase intention* dan memberikan rekomendasi untuk meningkatkan niat beli (*purchase intention*). Penelitian ini dilakukan pada konsumen jamu nyonya meneer dan jumlah sampel yang ditentukan sebanyak 100 responden. Metode yang digunakan adalah *Partial Least Square (PLS)*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *purchase intention* dapat ditingkatkan secara langsung tanpa melalui *retailer loyalty*. Variabel yang berpengaruh langsung terhadap *purchase intention* adalah variabel *retailer association* dan variabel *retailer perceived quality*.

Kata Kunci : *retailer loyalty, retailer association, retailer perceived quality, purchase intention*.

**LATAR BELAKANG**

Dengan terjadinya krisis moneter yang melanda dunia dan Indonesia mengakibatkan harga-harga kebutuhan pokok naik. Termasuk harga obat-obatan naik dengan pesat sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat. Dengan harga obat-obatan yang mahal masyarakat kembali ke obat-obatan tradisional. Harga obat-obatan tradisional lebih murah karena menggunakan bahan-bahan alami yang mudah diperoleh. Masyarakat Indonesia sudah lama mengenal berbagai macam obat-obatan tradisional, yaitu Jamu.

Jamu asli Indonesia tidak mengandung bahan-bahan kimia. Bahan-bahan yang digunakan berasal dari alam, seperti rimpang atau akar-akaran, daun-daunan dan kulit batang, buah. Jamu dapat berupa serbuk, kapsul, pil dan tablet. Jamu serbuk biasanya disajikan dengan diseduh dengan air hangat dan agar tidak terasa pahit mencampurkan dengan air gula atau madu.

Dalam mempertahankan usaha jamu tidaklah mudah karena persaingan dalam industri, khususnya obat-obatan herbal sangat ketat. Hambatan dalam menjalankan usaha jamu ini datang dari dalam dan luar negeri terutama Cina, terutama dalam memasarkan jamu. Karena di masyarakat banyak beredar jamu palsu dan jamu yang bercampur bahan-bahan kimia. Walaupun terdapat kendala dalam menjalankan industri jamu produsen jamu di Indonesia cukup banyak. Menurut Charles Saerang selaku CEO PT Nyonya Meneer mengatakan bahwa sebanyak 130 industri besar dan mayoritas 1.036 industri kecil tradisional. ([www.industri.bisnis.com](http://www.industri.bisnis.com)). Namun, hasil penjualan jamu selama ini belum optimal dikarenakan para produsen jamu tersebut kurang tepat dalam merancang strategi pemasaran.

Salah satu produsen jamu tradisional adalah PT Nyonya Meneer. PT Nyonya Meneer didirikan pada tahun 1919 oleh Lauw Ping Nio alias Nyonya Meneer. PT Nyonya Meneer terkenal karena produk jamu serbuk yang diproduksi tidak menggunakan bahan kimia obat (BKO). Produk jamu PT. Nyonya Meneer sangat beragam, seperti jamu wanita, jamu pria dan jamu perawatan dan penyembuhan. Bahkan produk jamu PT

Nyonya Meneer sudah ada yang diekspor, seperti minyak cacap rambut, minyak telon, serbat meneer, Livneer green tea, dsb.

PT Nyonya Meneer merupakan perusahaan jamu yang menggunakan jasa outlet untuk memasarkan produk. PT Nyonya Meneer memiliki 2000 agen yang menyebarkan produk-produk Jamu melalui 28.665 outlet yang tersebar di 19 provinsi ([www.kompasiana.com](http://www.kompasiana.com)). Peran outlet bagi PT Nyonya Meneer sangat penting. Menurut Indarjo, 2002 menjaga hubungan dengan outlet merupakan salah satu arah strategi perusahaan.

Dalam menjalin hubungan jangka panjang dengan para konsumen outlet PT Nyonya Meneer sudah melakukan beberapa usaha untuk dapat meningkatkan minat beli konsumen. Salah satu usaha yang dilakukan membuat program promosi, seperti memberikan diskon atau souvenir kepada konsumen. Di samping itu, perusahaan juga telah memiliki citra merek atau brand yang sudah terkenal. PT Nyonya Meneer sebagai penghasil jamu tradisional juga memiliki ciri khas yaitu penghasil jamu serbuk terbaik di Indonesia. Namun sayangnya, usaha tersebut belum mampu meningkatkan minat beli konsumen terhadap produk jamu Nyonya Mener.

Sehubungan dengan uraian diatas permasalahan yang di hadapi PT Nyonya Meneer yang memiliki 254 jenis produk jamu dan sekitar 153 produk atau sebesar 60 % adalah jamu khusus wanita. Berdasarkan klasifikasi produk jamu nyonya meneer terdiri dari beberapa jenis, yaitu jamu untuk wanita, jamu penyembuh, dupa pengharum ruangan, dan kapsul dan pil ekstrak jamu. Pada produk jamu wanita terbagi atas 4 kelompok yaitu jamu kesehatan dan kecantikan, jamu untuk penyembuhan, jamu pengantin wanita dan produk kosmetik. Pada penelitian diambil sampel 4 produk yang mewakili trend penjualan untuk produk jamu jenis wanita yaitu galian singset, galian putri, gadis remaja, srikaton.

**Tabel 1. Total Penjualan Jamu Kecantian Wanita Dari Tahun 2009-2013**

Tahun	Total Penjualan Jami (per item)			
	Galian Singset	Galian Putri	Srikaton	Gadis Remaja
2009	1102340	233863	653200	145231
2010	1153378	229510	652110	139401
2011	1229386	241980	665313	147130
2012	1322942	244718	700643	149230
2013	1389089	257443	738127	156692

Tabel 1 memperlihatkan bahwa terdapat peningkatan pada masing-masing produk. Tetapi terdapat juga produk yang tidak mengalami peningkatan. Setiap tahun PT. Nyonya Meneer menargetkan kenaikan penjualan 5%-10% tetapi pada tahun 2010 mengalami penurunan penjualan. Kenaikan penjualan yang dialami oleh PT Nyonya Meneer juga tidak signifikan. Penurunan yang terjadi pada tahun 2010 disebabkan karena menurunnya minat beli terhadap produk jamu nyonya meneer. Minat beli masyarakat rendah terhadap jamu nyonya meneer karena konsumen khususnya anak muda tidak tertarik untuk mengonsumsi jamu tradisional. Di samping masyarakat juga lebih memilih mengonsumsi jamu kapsul daripada jamu serbuk. Jamu serbuk sendiri merupakan ciri khas dari PT Nyonya Meneer.

Berdasarkan penjelasan fakta-fakta diatas maka peneliti berkeinginan meneliti dan mengidentifikasi hubungan antara *retailer awareness*, *retailer association*, *retailer perceived quality*, *retailer loyalty* terhadap *purchase intention* (Studi Kasus : Outlet PT Nyonya Meneer di Semarang).

Dari data tersebut di atas diketahui bahwa terjadi penurunan terhadap minat beli jamu nyonya meneer yang dikarenakan minat beli masyarakat rendah terhadap jamu nyonya meneer karena konsumen khususnya anak muda tidak tertarik untuk mengonsumsi jamu tradisional. Berdasarkan permasalahan tersebut maka

peneliti ingin meneliti mengenai hubungan antara *Purchase Intention* dengan *Retailer Loyalty* berdasarkan model dari Gopal Das (2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara *Retailer Awareness (AW)*, *Retailer Association (AS)*, *Retailer Perceived Quality (PQ)*, *Retailer Loyalty (RL)* terhadap *Purchase Intention (PI)* PT Nyonya Meneer berdasarkan penelitian Gopal Das (2014) dan memberikan rekomendasi kepada untuk meningkatkan niat beli konsumen (*purchase intention*).

## **DASAR TEORI**

### *Retailer Awareness*

Aaker dalam Handayani, dkk (2010: 62), mendefinisikan kesadaran akan merek adalah kemampuan dari konsumen potensial untuk mengenali atau mengingat bahwa suatu merek termasuk ke dalam kategori produk tertentu. Sedangkan menurut Durianto, dkk (2001:4), *brand awareness* adalah kesanggupan seorang calon pembeli untuk mengenali, mengingat kembali suatu merek sebagai bagian dari suatu kategori produk tertentu. Kesadaran merek merupakan elemen ekuitas yang sangat penting bagi perusahaan karena kesadaran merek dapat berpengaruh secara langsung terhadap ekuitas merek. Apabila kesadaran konsumen terhadap merek rendah, maka dapat dipastikan bahwa ekuitas mereknya juga akan rendah.

### *Retailer Association*

Aaker dalam Handayani, dkk (2010: 76), mendefinisikan *brand association* sebagai segala sesuatu yang terhubung di memori konsumen terhadap suatu merek. Schiffman dan Kanuk (2000: 111), menambahkan bahwa asosiasi merek yang positif mampu menciptakan citra merek yang sesuai dengan keinginan konsumen, sehingga dapat menciptakan rasa percaya diri konsumen atas keputusan pembelian merek tersebut.

Menurut Simamora (2003: 63), asosiasi merek adalah segala hal yang berkaitan tentang merek dalam ingatan. Sedangkan menurut Durianto, dkk (2004: 61), asosiasi merek merupakan segala kesan yang muncul di benak seseorang yang terkait dengan ingatannya mengenai suatu merek.

### *Retailer Perceived Quality*

Aaker dalam Handayani, dkk (2010: 84), mendefinisikan *perceived quality* sebagai persepsi konsumen terhadap kualitas atau keunggulan suatu produk atau jasa sehubungan dengan tujuan yang diinginkannya, dibandingkan dengan alternatif-alternatif lain. Aaker mengukur persepsi kualitas dengan teknik kuantitatif dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan seputar kualitas produk dan jasa.

### *Retailer Loyalty*

Aaker (1997: 56), mendefinisikan bahwa *brand loyalty* adalah sebuah ukuran ketertarikan konsumen terhadap suatu merek. Menurut Rangkuti (2002: 60), loyalitas merek adalah satu ukuran kesetiaan konsumen terhadap suatu merek.

Simamora (2001:70), menyatakan bahwa loyalitas merek adalah ukuran kedekatan konsumen pada sebuah merek. Sedangkan menurut Durianto, dkk (2004: 126), loyalitas merek merupakan suatu ukuran keterkaitan seorang konsumen kepada sebuah merek. Dalam kaitannya dengan loyalitas merek suatu produk, didapati adanya beberapa tingkatan loyalitas merek. Masing-masing tingkatannya menunjukkan tantangan pemasaran yang harus dihadapi sekaligus asset yang dapat dimanfaatkan.

### *Purchase Intention*

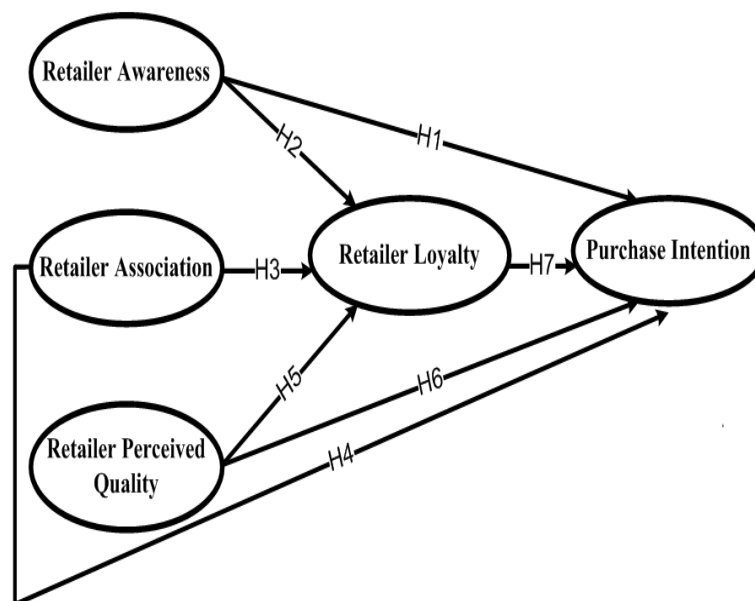
Intention diartikan sebagai harapan seseorang dimasa yang akan datang terhadap apa yang akan dilakukan terhadap suatu objek (Aaker, Kumar, dan Day, 2001). Jadi purchase intentions adalah kecenderungan konsumen untuk membeli atau menggunakan suatu merek atau mengambil tindakan yang berhubungan dengan pembelian dan penggunaan yang diukur dengan tingkat kemungkinan konsumen melakukan pembelian atau penggunaan. Purchase intentions telah digunakan secara luas dalam literatur sebagai prediktor pembelian berikutnya. Buckley (1991) menemukan ada hubungan antara store name dengan intensitas untuk membeli suatu produk (*purchase intentions*).

Menurut Belch (2004), *purchase intention* adalah kecenderungan untuk membeli sebuah merek dan secara umum berdasarkan kesesuaian antara motif pembelian dengan atribut atau karakteristik dari merek yang dapat dipertimbangkan.

Menurut Busler (2000), *purchase intention* dapat diukur melalui dimensi *likely* yakni rencan pembelian konsumen terhadap suatu produk, *definitely would* mengacu kepada kepastian konsumen dalam suatu produk dan *probable* mengacu pada kemungkinan konsumen dalam membeli suatu produk.

### Model Konseptual

Model Konseptual yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Konseptual

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

H1 : *Retailer awarenees* memiliki hubungan yang positif dengan *purchase intention*

H2 : *Retailer awarenees* memiliki hubungan yang positif dengan *retailer loyalty*

H3 : *Retailer association* memiliki hubungan yang positif dengan *retailer loyalty*

H4 : *Retailer association* memiliki hubungan yang positif dengan *purchase intention*

H5 : *Retailer perceived quality* memiliki hubungan yang positif dengan *retailer loyalty*

H6 : *Retailer perceived quality* memiliki hubungan yang positif dengan *purchase intention*

H7 : *Retailer loyalty* memiliki hubungan yang positif dengan *purchase intention*

### METODE PENELITIAN

#### Populasi, Sampel, Teknik Sampling

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah konsumen jamu yang berada di Semarang. Dalam pengambilan sampel menurut Ghazali (2011) sampel yang digunakan pada metode PLS sebesar 100 sampel. Teknik sampling yang digunakan adalah *Probability Sampling*. Pengambilan sampel acak adalah suatu metode pemilihan sampel dimana setiap anggota populasi mempunyai peluang yang sama untuk dipilih menjadi anggota sampel.

## **Definisi Operasional Variabel**

### *Retailer Awareness (AW)*

*Retailer Awareness* atau kesadaran akan retailer dikonseptualisasikan sebagai kemampuan konsumen untuk mengenali atau mengingat bahwa suatu retailer merupakan anggota dari *retailer* kategori tertentu (Pappu dan Quester 2006, p.320). Menurut Aaker, (1991) *Retailer Awareness* adalah sejauh mana merek atau nama pengecer dikenal bagi pembeli. Jika merupakan kelebihan bagi kehadiran pengecer di benak pembeli (*shopper's mind*). Kekuatan terhadap kesadaran pengecer tercermin pada kemampuan untuk mengenali pengecer dalam beberapa kondisi termasuk toko sebagai pengakuan dan toko ingat (Keller, 1993). Studi ini menyatakan bahwa nama pengecer merupakan isyarat informasi untuk citra (*image*) (Grewal et al., 1998).

### *Retailer Association (AS)*

Asosiasi Retailer didefinisikan sebagai segala sesuatu yang terkait dengan retailer (Pappu dan Quester, 2006; p.320). Menurut Keller (1993) karakteristik yang diinginkan dari asosiasi merek adalah kekuatan, menguntugkan, dan keunikan. Di samping itu Keller (1993) juga mengemukakan bahwa keunikan dan kelebihan dari suatu *brand association* atas merek lain merupakan keberhasilan *brand* tersebut. Dengan adanya hal ini sering disebut sebagai alasan terakhir mengapa perusahaan melakukan investasi terhadap iklan (Keller, 1993). Asosiasi merek dikaitkan dengan kinerja produk yang berkaitan dengan merek atau citra merek (Keller, 1993) atau ke kinerja produk, seperti atribut, fitur atau manfaat yang pembeli link ke merek dan yang membedakannya dari pesaing- (Dillon dkk., 2001)

### *Retailer Perceived Quality (PQ)*

Persepsi kualitas retailer dikonseptualisasikan sebagai "persepsi kualitas pengecer serta (persepsi) kualitas produk (barang atau jasa) yang ditawarkan oleh pengecer" (Pappu dan Quester 2006, p.320). Menurut Yoo dan Donthu, 2001 persepsi kualitas pengecer dan asosiasi pengecer tampak sebagai suatu dimensi gabungan. Namun, asosiasi pengecer dan persepsi kualitas pengecer merupakan dua konstruk yang berbeda (Pappu dan Quester, 2006). Studi sebelumnya menyatakan bahwa persepsi kualitas mempengaruhi perilaku konsumen (Bolton, 1998). Dalam penelitian Richardson dkk. (1994) menemukan bahwa keputusan konsumen mengambil keputusan sebagian besar dipengaruhi oleh persepsi kualitas daripada faktor-faktor lain seperti harga.

### *Retailer Loyalty (RL)*

Loyalitas Store dikonseptualisasikan sebagai "kecenderungan untuk setia dan focus kepada peritel seperti yang ditunjukkan oleh *purchase intention* dari suatu retailer sebagai pilihan utama" (Pappu dan Quester 2006, p.320). Loyalitas memiliki banyak manfaat dan dapat mengembangkan dan menerapkan berbagai strategi pemasaran (Jacoby dan Chestnut, 1978). Misalnya, loyalitas menghasilkan pelanggan yang setia untuk produk dan jasa perusahaan (Oliver, 1997). Pelanggan setia menyebarkan berita positif dari mulut ke mulut berpartisipasi dalam pembelian ulang, dan bersedia membayar harga yang lebih tinggi (Zeithamletal., 1996). Sebuah perubahan kecil dalam tingkat retensi pelanggan dapat memiliki dampak signifikan pada pendapatan. Ritel tersebut, upaya mempertahankan loyalitas pengecer dianggap sebagai strategi pengecer penting untuk mempertahankan pelanggan yang sudah ada dan dengan demikian profitabilitas dan keberlanjutan dipastikan (Wallaceetal., 2004).

### *Purchase Intention (PI)*

*Purchase Intention* atau niat beli konsumen dapat diartikan sebagai niat individu untuk membeli produk atau jasa. Niat untuk membeli akhirnya dapat menghasilkan perilaku pembeli aktual (Luoetal., 2011). Semakin besar niat untuk membeli, semakin besar keinginan konsumen untuk membeli produk (Schiffman dan Kanuk, 2000). Niat untuk membeli merek tertentu, produk atau jasa memerlukan penilaian dari semua merek, produk atau jasa yang ditawarkan oleh pesaing (Teng dkk., 2007). Niat untuk membeli produk atau jasa timbul ketika mereka menyediakan fitur yang memenuhi kebutuhan konsumen (Fournier, 1998). Studi menyatakan bahwa niat untuk membeli dipengaruhi oleh nilai yang diakui dan menawarkan dari produk / layanan yang baik (Monroe dan Krishnan, 1985; Zeithaml, 1988).

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data Tahap Awal

Pada pengumpulan data tahap awal ini peneliti menyebar kuesioner awal sebanyak 30 sampel yang termasuk ke dalam jumlah responden yang akan dilakukan uji Validasi dan Reliabilitas dengan menggunakan software SPSS.

#### Uji Validasi

Sebuah kuesioner dikatakan valid jika mampu mengungkap sesuatu yang diukur oleh kuesioner tersebut. Tujuan dari uji validasi adalah untuk mengetahui apakah kuesioner tersebut dapat dipercaya atau tidak. Hasil uji validasi ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2 Uji Validasi**

Item Pernyataan	Korelasi			Keterangan
	<i>Pearson Correlation</i>		<i>r Tabel Pearson</i>	
AW1	0,910	>	0,361	Valid
AW2	0,859	>	0,361	Valid
AW3	0,814	>	0,361	Valid
AS1	0,653	>	0,361	Valid
AS2	0,597	>	0,361	Valid
AS3	0,494	>	0,361	Valid
AS4	0,767	>	0,361	Valid
AS5	0,781	>	0,361	Valid
PQ1	0,632	>	0,361	Valid
PQ2	0,815	>	0,361	Valid
PQ3	0,877	>	0,361	Valid
PQ4	0,779	>	0,361	Valid
RL1	0,802	>	0,361	Valid
RL2	0,726	>	0,361	Valid
RL3	0,920	>	0,361	Valid
PI1	0,929	>	0,361	Valid
PI2	0,943	>	0,361	Valid

### Uji Reliabilitas

Suatu kuesioner dapat dikatakan reliable dan handal jika dalam beberapa kali dilakukan pengukuran terhadap subyek yang sama dengan pernyataan-pernyataan di dalam sebuah kuesioner dan hasil jawaban relative sama serta konsisten dari waktu ke waktu. Sebuah variabel dikatakan reliable jika nilai *Cronbach's Alpha* > 0.6 (Imam Ghozali, 2006). Uji reliabilitas ditampilkan pada tabel 3.

**Tabel 3. Uji Reliabilitas**

Variabel	<i>Cronbach's Alpha</i>	Kriteria Penerimaan	Keterangan
<i>Retailer Awareness</i>	0,808	<i>Cronbach's Alpha</i> > 0,6	Reliabel
<i>Retailer Association</i>	0,681	<i>Cronbach's Alpha</i> > 0,6	Reliabel
<i>Retailer Loyalty</i>	0,756	<i>Cronbach's Alpha</i> > 0,6	Reliabel
<i>Purchase Intention</i>	0,857	<i>Cronbach's Alpha</i> > 0,6	Reliabel
<i>Retailer Perceived Quality</i>	0,782	<i>Cronbach's Alpha</i> > 0,6	Reliabel

### **Pengolahan Data Menggunakan Metode PLS**

#### **Evaluasi Outer Model**

##### **Convergent Validity**

*Convergent Validity* dari model pengukuran dengan refleksif indikator dinilai berdasarkan korelasi antara indikator dengan variabel yang dihitung dengan PLS. Indikator individu dianggap reliable jika memiliki nilai korelasi di atas 0.70. Namun demikian pada riset tahap pengembangan skala, loading 0.50 sampai 0.60 masih dapat diterima (Ghozali,2011). Nilai Outer Loading ditunjukkan pada Tabel 4.

##### **Discriminant Validity**

Hasil akar AVE pada tabel 5 menunjukkan bahwa nilai AVE untuk variabel Retailer Awareness, Retailer Association, Retailer Perceived Quality, Retailer Loyalty, Purchase Intention memenuhi kriteria *discriminant validity* karena memiliki nilai AVE >0.50.

**Tabel 4 Nilai Outer Loading**

<b>Indikator</b>	<b>Original Sample (O)</b>	<b>Sample Mean (M)</b>	<b>Standard Deviation (STDEV)</b>	<b>Standard Error (STERR)</b>	<b>T Statistics ( O/STERR )</b>
<b>Retailer Association (AS)</b>					
AS1	0.6888	0.6881	0.0468	0.0468	14.708
AS2	0.7328	0.7315	0.0543	0.0543	13.4912
AS3	0.6799	0.6834	0.0554	0.0554	12.2735
AS4	0.7419	0.7391	0.0455	0.0455	16.2989
AS5	0.7922	0.7908	0.0504	0.0504	15.7247
<b>Retailer Awareness (AW)</b>					
AW 1	0.7962	0.788	0.0586	0.0586	13.5898
AW 2	0.7658	0.7632	0.0517	0.0517	14.8189
AW 3	0.8382	0.841	0.0393	0.0393	21.3497
<b>Purchase Intention (PI)</b>					
P1	0.8588	0.8619	0.0268	0.0268	32.0781
P2	0.8923	0.8935	0.0191	0.0191	46.6313
<b>Perceived Quality (PQ)</b>					
PQ1	0.7097	0.7132	0.0502	0.0502	14.1315
PQ2	0.8321	0.8288	0.0291	0.0291	28.5586
PQ3	0.834	0.8369	0.0321	0.0321	25.9607
PQ4	0.857	0.8587	0.0247	0.0247	34.6334
<b>Retailer Loyalty (RL)</b>					
RL1	0.8419	0.8426	0.0297	0.0297	28.3505
RL2	0.8567	0.8563	0.0339	0.0339	25.2847
RL3	0.8157	0.8125	0.041	0.041	19.873



**Tabel 5. Nilai AVE**

Variabel	AVE
AS	0.5303
AW	0.641
PI	0.7669
PQ	0.6565
RL	0.7027

### Composite Reliability

Berdasarkan tabel 6. terlihat bahwa nilai *composite reliability* lebih besar dari 0.70 maka bisa dinyatakan keseluruhan konstruk yang diteliti memenuhi kriteria *composite reliability*.

**Tabel 6. Nilai Composite Reliability**

Variabel	<i>Composite Reliability</i>
AS	0.8491
AW	0.8425
PI	0.868
PQ	0.8838
RL	0.8764

### Evaluasi Model Struktural (*inner model*)

#### Nilai R-Square

**Tabel 7. Nilai R-Square**

Variabel	Nilai R Square
PI	0.6129
RL	0.5354

Dilihat dari tabel 7. Nilai R-Square untuk variabel *Purchase Intention* (PI) dan *Retailer Loyalty* (RL) memiliki nilai R square sebesar 0.6129 dan 0.5354. yang berarti bahwa model bersifat ‘moderat’

### UJI HIPOTESIS

**Tabel 8. Hasil Nilai Koefisien Path dengan T-Hitung**

Hipotesis	Pengaruh	Nilai Koefisien <i>Inner Weight</i>	t hitung	Hipotesis
1	AW -> PI	0.103	0.9938	H1 : Ditolak
2	AW -> RL	0.001	0.0052	H2 : Ditolak
3	AS -> PI	0.187	2.2723	H3 : Diterima
4	AS -> RL	0.393	2.811	H4 : Diterima
5	PQ -> RL	0.375	2.7118	H5 : Diterima
6	PQ -> PI	0.316	3.197	H6 : Diterima
7	RL -> PI	0.284	2.3795	H7 : Diterima

Pada analisis keseluruhan variabel terlihat bahwa hipotesis H1;H2 tidak memiliki pengaruh terhadap *retailer loyalty* dan *purchase intention* karena t hitung lebih kecil dari 1.96. Sedangkan H3;H4;H5;H6 memiliki pengaruh terhadap *retailer loyalty* dan *purchase intention*. Dengan kata lain maka semakin tinggi *retailer perceived quality*, *retailer association* maka semakin tinggi pula tingkat loyalitas outlet dan minat beli konsumen. Outlet *loyalty* dan minat beli konsumen dapat meningkatkan keuntungan dan keberlangsungan suatu outlet.

Berdasarkan penelitian kami *purchase intention* dapat dikontrol secara langsung lewat *retailer perceived quality* dan *retailer association* tanpa harus melalui *retailer loyalty*. Hipotesis terakhir H7 memperlihatkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara *retailer loyalty* terhadap *purchase intention*. Hubungan yang tidak langsung mempengaruhi *purchase intention* didapatkan dari penjumlahan hasil yang diperoleh dari software PLS.

Pada variabel *retailer association* terhadap variabel *purchase intention* hasil yang diperoleh sebesar 0.187 sedangkan jika *retailer association* melalui *retailer loyalty* akan memberi dampak sebesar  $(0.393 \times 0.284 = 0.1116)$ , pada variabel *retailer perceived quality* hasil yang diperoleh sebesar 0.315 sedangkan jika *retailer perceived quality* melalui *retailer loyalty*  $(0.375 \times 0.284 = 0.1065)$ . Sedangkan pengaruh langsung pada variabel *retailer association* terhadap *purchase intention* sebesar 0.187. Hasil tersebut lebih besar dari pengaruh tidak langsung *retailer association* terhadap *purchase intention* begitu juga dengan pengaruh *retailer perceived quality* terhadap *purchase intention* sebesar 0.316. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat dipastikan bahwa pada outlet nyonya meneer *retailer perceived quality* dan *retailer association* berpengaruh langsung terhadap *purchase intention*.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut :

1. *Retailer association* dan *retailer perceived quality* berpengaruh secara langsung terhadap *purchase intention*.
2. Pengaruh *retailer perceived quality* terhadap *purchase intention* lebih kuat dibandingkan dengan pengaruh *retailer association* terhadap *purchase intention*
3. Pengaruh langsung *retailer perceived quality* lebih kuat terhadap *purchase intention* dibandingkan pengaruh tidak langsungnya terhadap *purchase intention* melalui loyalitas.
4. Pembeli jamu Nyonya Meneer bukan pembeli yang loyal namun lebih banyak memilih produk jamu karena pertimbangan kualitas produk yang baik.

### Rekomendasi

Dari kesimpulan di atas maka perlu dikemukakan beberapa rekomendasi yang diperlukan yang berkaitan dengan *retailer perceived quality*, *retailer association* sehingga dapat meningkatkan *purchase intention* :

1. PT Nyonya Meneer harus meningkatkan kualitas produk lebih baik lagi dengan memperbaiki dan menjaga kemasan dari produk jamu tersebut agar tidak merusak produk inti dari jamu. Kerusakan pada kemasan sering ditemui pada saat pendistribusian barang ke outlet dan PT Nyonya Meneer juga sehingga outlet harus melakukan pengamatan langsung melalui tenaga penjual.
2. PT Nyonya Meneer dalam memperbaiki tampilan outlet memberi pinjaman berupa papan-papan atau spanduk produk-produk baru maupun produk yang lama. Selain itu pembaruan media-media dagang seperti meja, kursi, gelas, dan memasang pendingin ruangan (AC) agar konsumen merasa nyaman. Hal-hal tersebut perlu dilakukan karena nilai koefisien *inner weight* antara *retail association* dengan

*purchase intention* lebih besar dibanding nilai variabel yang lain. Di samping itu pelayanan terhadap pembeli juga mempengaruhi *purchase intention*.

3. Dalam meningkatkan minat beli konsumen melalui loyalitas maka PT Nyonya Meneer harus melakukan diferensiasi produk dalam bentuk fitur, performance maupun dapat dilakukan berdasarkan diferensiasi servis meliputi kecepatan, kemudahan, keramahan dalam menjual produk jamu nyonya meneer

#### **Saran Penelitian**

1. Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu bahwa responden hanya ditujukan kepada pengguna produk jamu Nyonya Meneer. Selain itu profil responden lebih didetailkan agar informasi yang didapat lebih jelas dan lengkap
2. Penelitian ini hanya meneliti sampai pada minat beli produk jamu nyonya meneer tidak sampai pada perilaku pembelian produk jamu nyonya meneer.

#### **PUSTAKA**

- Bastian, Danny. 2014. "Analisis Pengaruh Citra Merek (Brand Image) dan Kepercayaan Merek (Brand Trust) Terhadap Loyalitas Merek (Brand Loyalty) ADES PT. Ades Alfindo Putra Setia". Jurnal Manajemen Pemasaran Petra Vol.2, No.1, (2014) 1-9.
- Das, Gopal. 2014. "Linkages of retailer awareness, retailer association, retailer perceived quality and retailer loyalty with purchase intention : A study of Indian food retail brands". Journal of Retailing and Consumer. India.
- Durianto, Darmadi, dkk. 2004. Strategi Menaklukkan Pasar Melalui Riset Ekuitas dan Perilaku Merek. PT. Gramedia. Pustaka Utama, Jakarta.
- Ghozali, Imam. 2006. Structural Equation: Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square (PLS). Penerbit : Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang
- Hair Jr, Joe, dkk. 2014. "Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research". Vol. 26 No. 2, 2014, pp. 106-121.
- Handayani, Desy & dkk. 2010. The Official MIM Academy Coursebook Brand Operation. Esensi Erlangga Group. Jakarta.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya. Ghalia Indonesia. Bogor.
- Indarjo, Mispan. 2002. "Proses pengembangan komitmen hubungan jangka panjang". Jurnal Sains Pemasaran Indonesia, Volume I, Nomor 2, p. 152-161
- Kotler, Philip. 1997. Manajemen Pemasaran: Analisis, Perencanaan, Implementasi, dan Kontrol. Jilid 1 (Edisi Bahasa Indonesia dari Principles of Marketing 9e). Jakarta : Penerbit PT Prenhalindo.
- Simamora, Bilson. 2003. Panduan Riset Perilaku Konsumen. Penerbit PT. ramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Solimun. 2001. Kaidah dan Metode Analisis Data : Modul Penataran Analisis Data. Universitas Pembangunan Nasional (UPN). Surabaya
- Tjrokoaminoto, Jessica & Yohannes Kunto. 2014. "Analisis Pengaruh Brand Image dan Company Image Terhadap Loyalitas Retailer : Studi Kasus PT Asia Paramita Indah". Jurnal Manajemen Pemasaran Petra, Vol.2, No.1, (2014), 1-11.
- Wiryawan, Isodorus. 2008. "Analisis Faktor-Faktor Yang Menentukan Kinerja Selling-In dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Pemasaran : Studi Kasus pada CV. Cahaya Mulia Lestari Semarang". Master Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- www.kompasiana.com diakses pada tanggal 12 Mei 2014

-----<http://industri.bisnis.com/read/20140310/257/209548/industri-jamu-butuh-penguatan-usaha-jangan-hanya-diawasi> diakses pada tanggal 12 may 2014

-----<http://www.meneershop.com/> diakses pada tanggal 12 mei 2014

-----<http://njonjameneer.com/> diakses pada tanggal 12 mei 2014

## UJI HFACS dengan METODE IOC untuk STUDI GARUDA

Frieda Hariyani<sup>1</sup>, Sani Sanjaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Puslitbang Permukiman, Balitbang, Kementerian PU; <sup>2</sup>PT Waviv  
Jl. Panyawungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung 40393  
Telp. 081321444720, Fax. (022) 7798392  
E-mail: frieda.hariyanie@gmail.com

### ABSTRAKS

Hasil pengujian *reliability Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)* yang dilakukan oleh N.S.Olsen mengindikasikan bahwa perlu adanya pengujian secara independen terkait keandalannya dengan melibatkan responden dari ahli dalam bidang yang terkait, seiring kebutuhan alat investigasi untuk kecelakaan yang bersifat kompleks di bidang konstruksi, manufaktur, migas, dan transportasi. Pengujian keandalan HFACS dilakukan dengan memakai metode *inter-coder consensus*. Kajian pertama melibatkan 18 orang *safety analyst Garuda Indonesia Airlines* untuk mengidentifikasi kasus kecelakaan pesawat *adam air* dengan HFACS. Kajian kedua melibatkan 8 orang ahli SA terpilih untuk mengidentifikasi 3 kasus kecelakaan yang dialami pesawat Garuda Indonesia. Pengujian keandalan ini memakai IOC (*indeks of concordance*) sebagai indikator tingkat keandalan. Hasil pengujian kajian pertama dan kajian kedua memperlihatkan bahwa tingkat reliabilitasnya rendah. Angka IOC (*indeks of concordance*) yang tertinggi ialah 47% jauh dibawah syarat *reliable 70%*. Kondisi itu dipengaruhi oleh beberapa hal yang diantaranya ialah minimnya pemahaman HFACS oleh coder akibat kurangnya training serta deskripsi *subsublayer HFACS* perlu dikaji lebih lanjut terkait istilah yang digunakan. Terdapat pola dimana nilai IOC akan cenderung mengecil seiring bertambahnya jumlah coder. Jika jumlah coder sedikit maka hasil tidak bagus karena unsur subjektivitas terlalu tinggi. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan dan ditelaah mengenai jumlah coder yang optimal.

**Kata Kunci:** HFACS, *reliability*, ahli bidang terkait, *indeks of concordance (IOC)*, kasus kecelakaan pesawat

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Wiegman dan Shapell mengembangkan sebuah metode taksonomi untuk melakukan investigasi faktor *human error* pada kasus kecelakaan dan insiden pesawat terbang yang dinamakan HFACS (Scoot A. Shappel, 2000). HFACS mendapatkan sambutan yang baik dari berbagai kalangan praktisi dunia penerbangan, diantaranya: ICAO (International Civil Aviation Organization), GAIN (Global Aviation International Network), IATA (International Air Transport Association), FAA (Federal Aviation Administration) dan lembaga dirgantara lainnya. HFACS mengalami perkembangan yang cukup pesat. Pada awalnya hanya ditujukan untuk penggunaan di dunia penerbangan kemudian diadopsi oleh bidang lain seperti : perkapalan (Metin Celic, 2009), pertambangan (Jessica M. Patterson, 2010), perkeretaapian (Stephen Reinach, 2006), dan bidang lainnya.

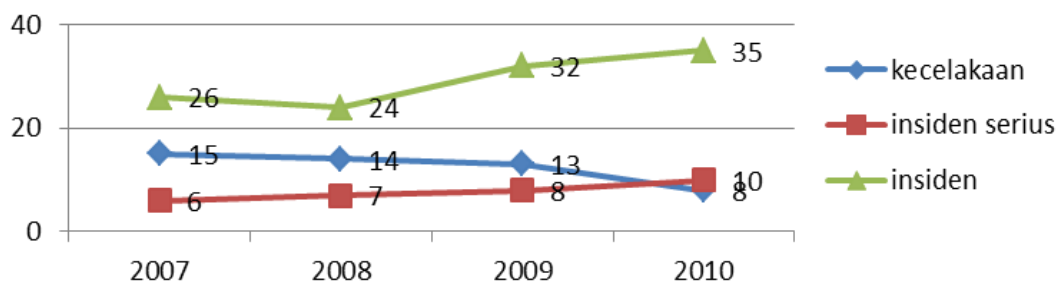
HFACS telah mengalami proses validasi dan pengujian keandalan oleh pihak pembuatnya. Wiegman dan Shapell mengklaim bahwa HFACS memiliki tingkat keandalan yang baik. N.S. Olsen melakukan suatu pengujian terhadap keandalan HFACS dengan menggunakan metode *Inter-coder consensus*. Responden pengujian adalah petugas ATC (*Air Traffic Controller*) Royal Australian Air Force. Hasil pengujian menyatakan bahwa tingkat keandalan HFACS relatif rendah (Olsen, 2011). Lebih lanjut N.S. Olsen memaparkan bahwa penyebab rendahnya tingkat keandalan tersebut dipengaruhi beberapa faktor, seperti struktur HFACS, pemahaman responden dan metode pengujian. S.T.Shorrock dan N.S. Olsen melakukan pengujian keandalan terhadap HFACS-ADF yang merupakan pengembangan dari HFACS oleh ADF (Australian Defence Force). Metode pengujian yang digunakan ialah *inter-coder consensus* dan *intra-coder consistency*. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa tingkat keandalannya rendah (Nikki S. Olsen, Steven T. Shorrock, 2009). Mereka memaparkan bahwa hal itu dipengaruhi oleh struktur HFACS-ADF yang kurang *robust*, perbedaan metode pengujian yang dilakukan oleh pihak pembuat serta responden yang dipilih. Umumnya Wiegman dan Shapell menggunakan responden dari kaum akademisi namun tidak menjelaskan metode pengujian yang digunakan. Hasil pengujian keandalan HFACS versi pembuatnya masih bisa diperdebatkan karena kurang banyak melibatkan ahli sebagai respondennya (Nikki S. Olsen, Steven T. Shorrock, 2009).

Responden pengujian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil uji. Responden sebaiknya merupakan ahli dalam dunia penerbangan yang kemungkinan besar berpotensi sebagai pengguna metode HFACS. Salah satu ahli dalam dunia penerbangan yang berpotensi sebagai pengguna metode ini ialah *safety analyst* di sebuah operator penerbangan. Berdasarkan CASR 121, Operator penerbangan diwajibkan untuk menjalankan *Safety Management System (DGAC., 2009)*. Operator penerbangan diwajibkan untuk melakukan identifikasi resiko terhadap kondisi tidak aman yang mungkin terjadi pada sebuah pesawat terbang.

Berdasarkan Annex 13 ada 3 kategori kondisi tidak aman yang dimaksud, yaitu:

- Kecelakaan (*Accident*)  
Suatu kejadian yang berasosiasi dengan pengoperasian pesawat terbang pada tempat dan waktu tertentu dengan melibatkan penumpang saat proses penerbangan hingga saat dimana semua pihak telah dievakuasi dengan kriteria:
  - a) Manusia mengalami cedera fatal atau cedera serius sebagai akibat dari:
    - ✓ Berada dalam pesawat terbang atau
    - ✓ Kontak langsung dengan komponen dari pesawat terbang, termasuk komponen-komponen yang terlepas dari pesawat terbang atau
    - ✓ terekspose secara langsung terhadap “jet blast”. Kecuali apabila cedera akibat faktor alam, terluka akibat kelalaian pribadi atau oleh orang lain atau kondisi dimana yang terluka ialah penumpang gelap yang sedang bersembunyi diluar area penumpang dan kru.
  - b) Pesawat terbang mengalami kerusakan struktural dengan kriteria :
    - ✓ Kondisinya sangat mempengaruhi kekuatan struktur, prestasi terbang atau karakteristik terbang dari pesawat terbang.
    - ✓ Memerlukan “major repair” atau penggantian terhadap komponen yang rusak.
    - ✓ Kecuali untuk kegagalan / kerusakan mesin , penutup atau aksesoris dari mesin, sedikit kerusakan pada propeler, wing tip, antena, roda, rem, fairing, dekok atau lubang kecil pada skin pesawat terbang.
  - c) Pesawat terbang hilang atau sulit untuk dijangkau.
- Insiden Serius (*serious incident*)  
Kondisi ini didefinisikan sebagai suatu kejadian yang menyatakan bahwa indikasi suatu kecelakaan nyaris terjadi. Perbedaan utama dengan kecelakaan terletak pada hasil yang terjadi.
- Insiden (*incident*)  
Kondisi ini didefinisikan sebagai suatu kejadian yang berhubungan dengan pengoperasian pesawat terbang dimana berpengaruh atau berpotensi untuk mempengaruhi keselamatan pengoperasian pesawat terbang.  
Proses investigasi, evaluasi dan perbaikan terhadap kondisi tidak aman berupa kecelakaan dan insiden serius ditangani oleh KNKT dan Operator penerbangan, sedangkan untuk kasus insiden hanya dilakukan oleh operator penerbangan. Oleh karena itu, pihak operator penerbangan memerlukan *safety analyst* yang handal dan dilengkapi oleh alat bantu yang handal pula.

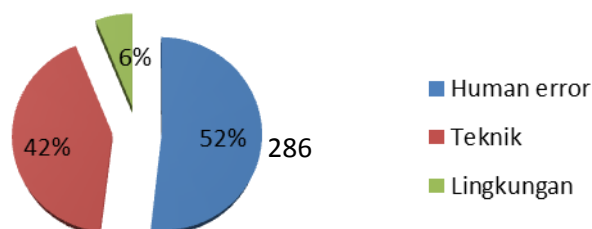
Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan antara tahun 1980 hingga tahun 2009 telah terjadi kecelakaan penerbangan sebanyak 143 kecelakaan dengan korban jiwa kurang lebih 2117 orang (Direktorat Jendral Perhubungan Udara, 2010). Berdasarkan data statistik kecelakaan pesawat udara yang diterbitkan oleh KNKT (Komisi Nasional Kecelakaan Transportasi) selama tahun 2007 hingga 2010 adalah sebagai berikut,



Grafik 1. Data Insiden/kecelakaan pesawat terbang 2007-2010

Hasil investigasi yang diterbitkan oleh KNKT menyatakan bahwa terdapat 3 faktor penyebab utama terjadinya insiden dan kecelakaan pesawat terbang selama tahun 2007 hingga 2010 antara lain: *human error*, kegagalan teknis dan lingkungan (KNKT, 2010).

Prosentase Perkiraan Penyebab Kecelakaan  
Transportasi Udara di Indonesia Tahun 2007-2010



## Grafik 2. Prosentase perkiraan penyebab kejadian/kecelakaan pesawat terbang 2007-2010

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa penyebab utama insiden dan kecelakaan pesawat terbang terbesar ialah akibat *human error* dengan kontribusi sekitar 52% (KNKT, 2010). Pola yang sama ditemukan pula di Amerika serikat, dimana faktor *Human error* menjadi penyebab paling dominan yaitu, 60% ~ 80% pada kasus kecelakaan penerbangan sipil dan militer (Shapell,S.A., Weigmann,D.A., 2000).

### Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, metode investigasi *human error* dalam suatu kondisi tidak aman (kecelakaan, insiden serius dan insiden) merupakan alat bantu yang penting bagi operator penerbangan. HFACS merupakan metode investigasi yang direkomendasikan oleh berbagai pihak. Hasil pengujian kehandalan HFACS yang dilakukan oleh N.S.Olsen mengindikasikan bahwa perlu adanya pengujian secara *independen* terkait kehandalannya dengan melibatkan responden dari ahli dalam bidang penerbangan. Salah satu ahli dalam bidang penerbangan yang berpotensi sebagai pengguna HFACS ialah *safety analyst* operator penerbangan. Di Indonesia belum terdapat pengujian kehandalan HFACS dengan menggunakan responden *safety analyst* operator penerbangan yang dipublikasikan.

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menguji tingkat kehandalan HFACS terhadap kasus penerbangan yang ada di Indonesia dengan menggunakan responden *safety analyst* operator penerbangan.
2. Mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kehandalan HFACS.

Hasil uji kehandalan itu akan memberikan gambaran mengenai upaya penyempurnaan yang perlu dilakukan agar metode ini dapat diterapkan secara optimal di Indonesia. Penyempurnaan terhadap metode HFACS ini selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh *safety analyst* operator penerbangan dalam proses *risk management* sehingga dapat menerapkan SMS secara optimal.

Pengujian kehandalan HFACS pada penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Aplikasi penggunaan hanya ditujukan pada maskapai penerbangan sipil dalam konteks *safety manajemen system* transportasi udara.
2. Aspek yang dikaji hanya pada konteks *human error* saja.
3. Penelaahan berfokus pada *latent failure* suatu kondisi tidak aman pada pesawat terbang (kecelakaan, insiden serius dan insiden) setelah *active failure* teridentifikasi.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Pihak maskapai penerbangan sipil memiliki kompetensi yang cukup dalam *safety manajemen system* transportasi udara.
2. Pihak maskapai penerbangan sipil memiliki organisasi safety yang memenuhi standar operasional maskapai penerbangan sipil sesuai amanah undang-undang yang berlaku.
3. Pihak maskapai penerbangan sipil memiliki sumber daya manusia yang kompeten sebagai *safety analyst* dan *safety auditor* sebagai bagian dari organisasi safety.
4. *Safety analyst* telah memiliki pengetahuan yang cukup untuk melakukan suatu evaluasi terhadap suatu kondisi tidak aman pada pesawat terbang (kecelakaan, insiden serius dan insiden).

*State of The Art* dari berbagai penelitian yang menggunakan metode HFACS dan perancangan petunjuk pelaksanaan penyelidikan faktor manusia pada kecelakaan pesawat udara sipil di Indonesia beserta posisinya terhadap penelitian-penelitian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 1.1 dibawah ini:

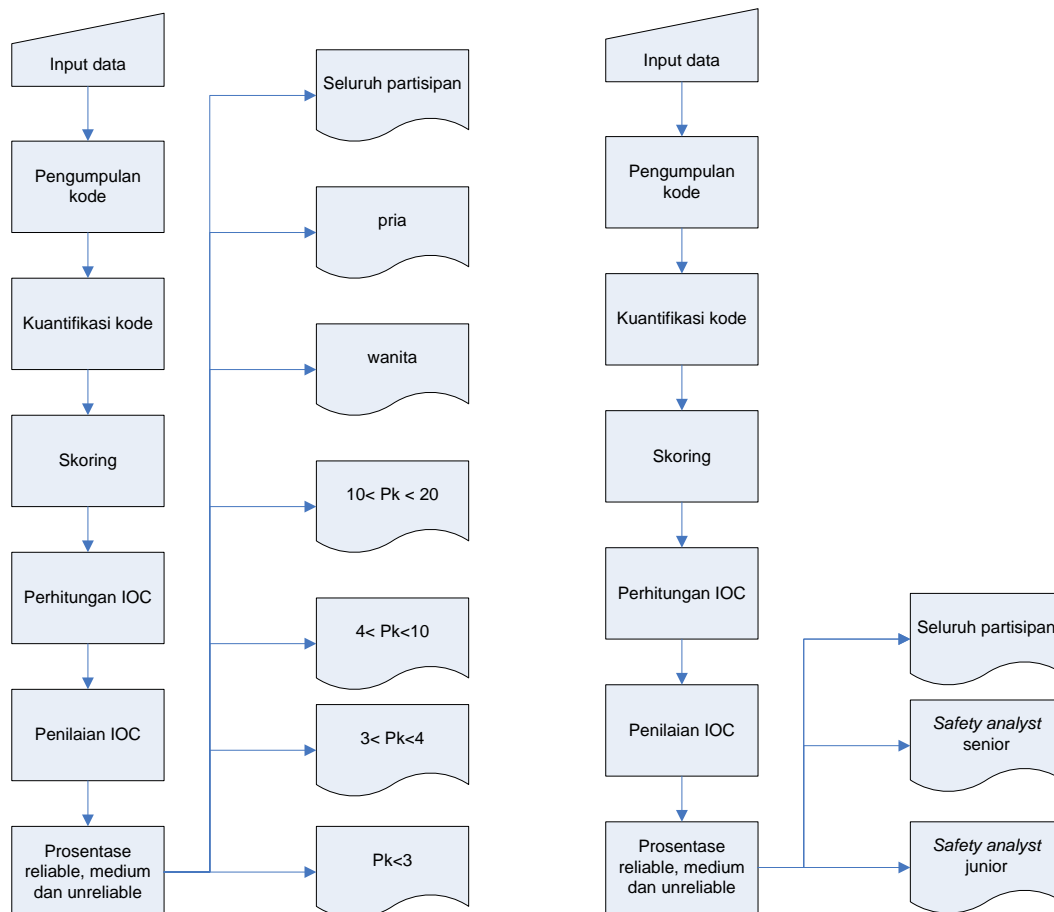
**Tabel 1. State of The Art Penelitian**

Peneliti	Fokus penelitian	Metode	Partisipan	Material penelitian	Pengukuran
Wiegmann dan Shappell (2007)	Penerapan klasifikasi kesalahan manusia pada transportasi udara	HFACS	Pegawai <i>Federal Air Regulation</i> (FAR)	119 laporan kecelakaan	Klasifikasi kesalahan manusia
Wen-Chin Li, Don Harris, dan Chung-San Yu (2007)	Analisa kecelakaan pesawat terbang di Republik Cina	HFACS	2 ahli faktor manusia di bidang transportasi udara	41 kecelakaan di Republik Cina tahun 1999-2006	Klasifikasi kesalahan manusia
Nikki S. Olsen dan Steven T. Shorrock (2009)	Menguji komprehensifitas, fleksibilitas, manfaat, efisiensi, dan kegunaan HFACS-ADF	Inter-coder consensus dan intra-coder consistency	18 petugas ATC <i>Royal Australian Air Force</i> (RAAF)	2 laporan kecelakaan	Index of Concordance
			1 petugas ATC pada bagian <i>Aviation Safety</i>	63 laporan kecelakaan	
			4 petugas ATC	5 laporan kecelakaan untuk tiap partisipan (total 20 laporan)	
Paul O'Connor (2010)	Evaluasi Department of Defense's HFACS (DOD-HFACS)	HFACS	123 siswa <i>United States Navy and Marine Corps Aviation</i>	2 skenario kecelakaan	Kappa coefficient
H.S. Olsen (2011)	Menguji kehandalan HFACS	Inter-coder consensus	4 orang petugas ATC	14 laporan kasus insiden	Index of Concordance
			3 orang human factor specialist ATC	14 laporan kasus insiden	
M Ihsan Jambak (2011)	Perancangan petunjuk pelaksanaan penyelidikan faktor manusia pada kecelakaan pesawat udara sipil di Indonesia	HFACS	4 orang responden dengan kategori tertentu	Laporan Final kecelakaan pesawat terbang bersumberkan data dari KNKT	Klasifikasi kesalahan manusia
Eti H T (2011)	Pengaruh aspek budaya terhadap HFACS	HFACS	pilot Garuda Indonesia	Quesioner HFACS budaya	deskripsi HFACS
Posisi peneliti (2011)	Menguji kehandalan HFACS	Inter-rater consensus	18 orang <i>safety analyst</i> Garuda Indonesia	1 Laporan Final kecelakaan pesawat terbang bersumberkan data dari KNKT	Index of Concordance



			8 orang <i>safety analyst</i> Garuda Indonesia	3 Laporan Final kecelakaan pesawat terbang bersumberkan data dari Garuda Indonesia	
--	--	--	--	--	--

#### 4. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Flowchart Pengolahan Data

- Perancangan pengujian tingkat kehandalan HFACS
 

Pada tahapan ini, diperlukan suatu pelatihan yang bertujuan memberi informasi mengenai HFACS kepada calon responden. Hal itu merupakan persiapan awal yang penting sebelum melakukan pengumpulan data. Metode yang dilakukan penulis ialah *inter-rater consensus* (IRC) dengan 2 skenario sebagai berikut:

  - Kajian pertama : Sebuah kasus kecelakaan pesawat terbang non Garuda yang dianalisa menggunakan HFACS-code oleh sekitar lebih dari 10 responden dalam waktu yang bersamaan.
  - Kajian kedua : Kasus kecelakaan pesawat terbang Garuda Indonesia dianalisa oleh 8 orang responden dalam waktu yang berbeda.
- Pengumpulan dan Pengolahan Data Penelitian
 

Tahapan berikutnya ialah pengumpulan data penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan dalam beberapa periode, disesuaikan dengan kesediaan responden. Data yang dikumpulkan adalah data kualitatif berupa hasil analisa responden terhadap kasus kecelakaan pesawat terbang dengan menggunakan kode HFACS. Data kualitatif tersebut, kemudian akan dikonversi menjadi data kuantitatif agar dapat memudahkan proses penilaian tingkat kehandalan metode HFACS.
- Analisis Hasil

Tahapan ini merupakan proses analisis terhadap hasil pengolahan data dan proses pengumpulan data yang telah dilakukan. Analisa menitikberatkan kepada tingkat kehandalan yang diperoleh kemudian mengkaji faktor-faktor yang dianggap mempengaruhi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Dalam lingkup kajian safety management seringkali memanfaatkan metode klasifikasi dalam melakukan identifikasi suatu masalah. Hal ini sering juga menggunakan kode dan taksonomi untuk mempermudah proses pengkajiannya. Pihak investigator dihadapkan pada beragam kategori dan kode yang dapat dipilih agar disesuaikan dengan kondisi faktual yang ditemui. Oleh karena itu kehandalan suatu metode yang dipilih akan ditentukan oleh tingkat reliabilitas metode tersebut.

Menurut Ross, dkk (2004) klasifikasi suatu masalah dengan menggunakan taksonomi merupakan hal yang umum digunakan dalam lingkup disiplin ilmu *human sciences* seperti psikologi, sosiologi, psikiatry dll. Faktor yang dianggap kritikal ialah "inter judge", 'inter-observer, dan inter-rater reliability. Konsep *inter-rater reliability* mengacu pada perbandingan terhadap penilaian oleh investigator terhadap suatu masalah dalam rentang waktu yang berbeda. Dalam banyak kasus, upaya investigasi dilakukan oleh lebih dari seorang investigator. Oleh karena itu, faktor konsistensi terhadap suatu kode yang dipilih oleh investigator menjadi penting untuk menghasilkan kesepakatan terhadap suatu penilaian antara investigator tersebut. Konsistensi yang dimaksud seringkali dikenal dengan istilah *inter-rater reliability*. Konsep ini memperlihatkan nilai dimana dua investigator melakukan prediksi error yang sama. Akantetapi jika konsep ini dijadikan suatu acuan statistik maka akan menimbulkan persepsi yang keliru.

Konsep yang sebaiknya digunakan ialah *inter-rater consensus* (IRC). Konsep ini selain memperhitungkan persetujuan juga memasukan unsur ketidaksetujuan sebagai faktor koreksi. Akibatnya unsur yang dinilai merupakan konsensus yang terbentuk diantara investigator. Hal ini akan menghasilkan suatu penilaian yang dianggap lebih baik. Metode perhitungan yang akurat dalam menghitung *inter-rater consensus* (IRC), ialah menghitung *index of concordance* (IOC).

Perhitungan *index of concordance* (IOC) dilakukan dengan cara menghitung kesepakatan yang terjadi diantara coder. Misalkan terdapat 5 orang coder, maka kesepakatan yang mungkin terjadi ialah antara 1 dan 2, 1 dan 3, 1 dan 4, 1 dan 5, 2 dan 1, 3 dan 1, 4 dan 1 dan seterusnya dengan pola seperti yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Pola IOC 5 coder

	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

Berdasarkan tabel tersebut maka untuk 5 orang coder maksimal akan terdapat sekitar 20 kesepakatan yang terjadi. Untuk perhitungannya Ross,A. (2004) menggunakan formula:  $A/A + D$  dimana A : total jumlah kesepakatan, dan D : total jumlah ketidaksepakatan. Sedangkan N.S. Olsen (2011) menggunakan formula:  $n(n-1)/2$  dimana n : jumlah coder

Berikut adalah perbandingan hasil perhitungan nilai IOC yang terjadi untuk 5 orang coder:

Tabel 3. Perbandingan Perhitungan IOC 5 coder

1st method					2nd method					3rd method				
n	n-1	n(n-1)	A+D	%	n	n-1	n(n-1)/2	%	n	n-1	A	A+D	%	
2	1	2	20	10	2	1	1	10	10	2	1	1	10	10
3	2	6	20	30	3	2	3	10	30	3	2	3	10	30
4	3	12	20	60	4	3	6	10	60	4	3	6	10	60
5	4	20	20	100	5	4	10	10	100	5	4	10	10	100

Berdasarkan tabel tersebut maka nilai IOC akan 100% jika terjadi 20 kesepakatan. apabila terdapat 3 orang yang bersepakat maka akan menghasilkan 6 kesepakatan dengan nilai IOC 30%.

Pada kajian pertama, nilai IOC yang *reliable* (IOC > 70%) tertinggi untuk level subsublayer ialah 6 % pada kategori pengalaman kerja kurang dari 3 tahun. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 0% pada kategori pria. Nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level sub layer ialah 14% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 3 tahun. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 1% pada kategori pria. Pada level layer, nilai IOC yang *reliable* tertinggi ialah 24% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 3 tahun. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 4% pada kategori pria.

Nilai IOC yang *not reliable* (IOC < <50%) sangat tinggi. nilai IOC yang *not reliable* tertinggi untuk level subsublayer ialah 98 % pada kategori pengalaman kerja kurang dari 10 tahun. Nilai IOC yang *not reliable* terendah ialah 94% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 3 tahun. Nilai IOC yang *not reliable* tertinggi untuk level sub layer ialah 93% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 10 tahun. Nilai IOC yang *not reliable* terendah untuk level sub layer ialah 84% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 2 tahun. Pada level layer, nilai IOC yang *reliable* tertinggi ialah 84% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 10 tahun. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 70% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 2 tahun.

**Tabel 4. Resume % nilai IOC kajian pertama**

No	category	LAYER level			SUBLAYER level			SUBSUBLAYER level		
		<i>not reliable</i>	medium	<i>reliable</i>	<i>not reliable</i>	medium	<i>reliable</i>	<i>not reliable</i>	medium	<i>reliable</i>
1	total	79%	13%	8%	90%	6%	4%	97%	1%	1%
2	pengalaman kerja kurang dari 2 thn	70%	13%	17%	84%	6%	10%	95%	3%	1%
3	pengalaman kerja kurang dari 3 thn	76%	0%	24%	86%	0%	14%	94%	0%	6%
4	pengalaman kerja kurang dari 4 thn	80%	0%	20%	89%	0%	11%	96%	0%	4%
5	pengalaman kerja kurang dari 10 thn	84%	0%	16%	93%	0%	7%	98%	0%	2%
6	pengalaman kerja kurang dari 20 thn	79%	12%	9%	89%	8%	3%	98%	1%	1%
7	pria	83%	12%	4%	91%	8%	1%	97%	3%	0%
8	wanita	74%	14%	11%	87%	7%	6%	95%	3%	2%
	average	78%	8%	14%	89%	4%	7%	96%	1%	2%
	median	79%	12%	13%	89%	6%	6%	97%	1%	2%
	max	84%	14%	24%	93%	8%	14%	98%	3%	6%
	min	70%	0%	4%	84%	0%	1%	94%	0%	0%

Pada kajian kedua, nilai IOC yang *reliable* (IOC > 70%) tertinggi untuk level subsublayer ialah 10% pada kategori responden junior kasus GA 200. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 1% pada kategori responden junior kasus GA 152. Nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level sub layer ialah 36 % pada kategori kategori responden junior kasus GA 865. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 2% pada kategori responden junior kasus GA 152. Pada level layer, nilai IOC yang *reliable* tertinggi ialah 47% pada kategori responden junior dan total kasus GA 200 Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 8% pada kategori responden junior kasus GA 152.

Nilai IOC yang *not reliable* (IOC < 50%) relatif rendah jika dibandingkan kajian pertama. nilai IOC yang *not reliable* tertinggi untuk level subsublayer ialah 98 % pada kategori pengalaman kerja kurang dari 10 tahun. Nilai IOC yang *not reliable* terendah ialah 94% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 3 tahun. Nilai IOC yang *not reliable* tertinggi untuk level sub layer ialah 93% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 10 tahun. Nilai IOC yang *not reliable* terendah untuk level sub layer ialah 84% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 2 tahun. Pada level layer, nilai IOC yang *reliable* tertinggi ialah 84% pada kategori pengalaman

kerja kurang dari 10 tahun. Nilai IOC yang *reliable* terendah ialah 70% pada kategori pengalaman kerja kurang dari 2 tahun.

**Tabel 5. Resume % nilai IOC kajian kedua**

No	case	category	LAYER level			SUBLAYER level			SUBSUBLAYER level		
			<i>not reliable</i>	medium	<i>reliable</i>	<i>not reliable</i>	medium	<i>reliable</i>	<i>not reliable</i>	medium	<i>reliable</i>
1	GA152	total	86%	5%	9%	94%	1%	5%	97%	1%	2%
2		senior	80%	12%	8%	90%	6%	4%	95%	3%	2%
3		junior	74%	15%	11%	87%	11%	2%	95%	4%	1%
4	GA200	total	41%	12%	47%	63%	13%	25%	90%	4%	6%
5		senior	29%	47%	24%	58%	25%	17%	86%	10%	4%
6		junior	41%	12%	47%	63%	13%	25%	86%	4%	10%
7	GA865	total				64%	9%	27%	88%	5%	7%
8		senior				45%	27%	27%	76%	20%	5%
9		junior				64%	0%	36%	83%	7%	10%
		mean	59%	17%	24%	70%	12%	19%	89%	6%	5%
		median	58%	12%	17%	64%	11%	25%	88%	4%	5%
		max	86%	47%	47%	95%	27%	36%	97%	20%	10%
		min	29%	5%	8%	45%	0%	2%	76%	1%	1%

### Pembahasan

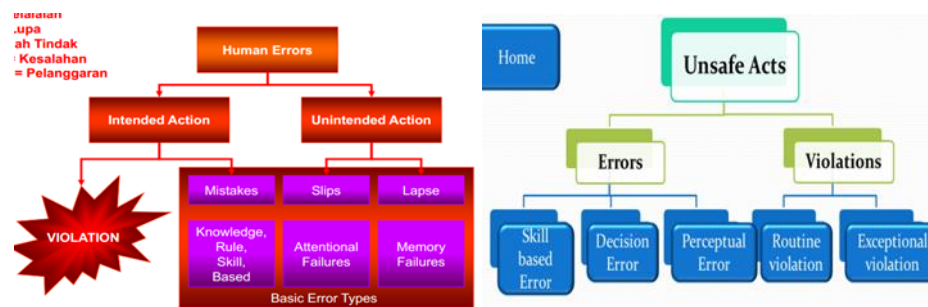
Secara umum nilai IOC yang dihasilkan menunjukkan bahwa tingkat reliabilitasnya relatif rendah. Hal itu terlihat pada semua kategori yang diujikan. Prosentase nilai IOC yang *reliable* pada kajian kedua dengan nilai 47% (kasus GA 200) relatif lebih tinggi daripada kajian pertama yang hanya 24%. Hasil ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- ✓ Jumlah responden yang menjadi coder pada kajian pertama relatif lebih banyak yaitu 18 orang sedangkan pada kajian kedua hanya 8 orang.
- ✓ Jumlah pernyataan yang ditelaah oleh coder pada kajian pertama sekitar 34 pernyataan sedangkan pada kajian kedua hanya 20 pernyataan (kasus GA 200).
- ✓ Waktu untuk melakukan penelaahan pada kajian pertama relatif lebih singkat yaitu sekitar 2 jam sedangkan kajian kedua diberi alokasi waktu 1 bulan.
- ✓ Proses penelaahan kajian pertama dilakukan dengan cara mengumpulkan 18 orang coder dalam satu ruangan pada saat jam kerja. Pada kajian kedua coder diberi keleluasaan untuk mengatur waktu dan tempat penelaahan.
- ✓ Pada kajian pertama coder dibekali hardcopy daftar code HFACS sebagai refensi penelaahan. Pada kajian kedua selain dibekali hardcopy code HFACS, coder dibekali pula softcopy code HFACS dalam bentuk powerpoint yang lebih interaktif.
- ✓ Pada kajian kedua, 7 dari 8 coder telah mengikuti penelaahan pada kajian pertama. Hal itu memberi pengalaman dalam melakukan proses klasifikasi dengan menggunakan HFACS. Pada kajian pertama, keseluruhan responden belum berpengalaman melakukan proses klasifikasi dengan menggunakan HFACS, walaupun sebelumnya telah diberikan latihan pada saat training.
- ✓ Pada kajian ini coder dipersilahkan untuk memilih lebih dari 1 code HFACS yang dianggap sesuai dengan pernyataan *active failure* yang disediakan. Hal ini mengakibatkan kemungkinan tingkat kesepakatan yang terjadi menjadi rendah. Hal ini juga dilakukan dalam penelitian Baysari, 2009 (Olsen,N.S., Shorrock,S.T., 2009).

Struktur HFACS yang dibangun oleh weigman-shapell terdiri dari 3 level dengan beragam pilihan klasifikasi. Pada level layer terdapat 4 pilihan, sedangkan pada level sublayer terdapat 12 pilihan kemudian berkembang menjadi 142 pilihan pada level subsublayer. Pada kajian pertama, mean nilai IOC yang *reliable* dari 8 kategori untuk level subsublayer hanya 2% sedangkan pada level sublayer sekitar 7% kemudian meningkat menjadi 14% pada level layer. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak pilihan yang diberikan maka kecenderungan kesepakatan yang terjadi diantara 18 orang coder semakin rendah. Disamping pengaruh struktur HFACS, terdapat juga faktor lain yang menyebabkan rendahnya kesepakatan yang terjadi antara lain:

- ✓ Istilah yang digunakan dalam mendeskripsikan pernyataan sangat terkait erat dengan dunia penerbangan, walaupun coder merupakan *safety analyst* namun terdapat beberapa istilah yang kurang dipahami dan perlu dijelaskan lebih lanjut.

- ✓ Pada level subsublayer terutama bagian deskripsi memiliki banyak istilah yang sifatnya ambiguitas dan cenderung membingungkan, sebagai contoh UAE 301 “Error due to Misperception” dan UAE 311 “Misperception of Operational Conditions”. Kedua deskripsi menyatakan unsur *misperception* namun akan membutuhkan penelaahan yang lebih cermat untuk menentukan sebuah *active failure* berupa *error* secara umum atau *operational condition*.
- ✓ Konsep pembagian unsafe act menjadi error dan violation memberi suatu pemahaman yang baru bagi rekan-rekan coder. Berdasarkan masukan dari pihak Garuda, error dibagi menjadi “*intended action* dan *unintended action* dimana violation termasuk kedalam *intended action*.”



Gambar 4. Klasifikasi error (HFACS kanan-hijau, Garuda Indonesia kiri-merah)

- ✓ Sebuah pernyataan *active failure* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa deskripsi, sebagai contoh: *The pilots were faced with an Inertial Reference System (IRS) malfunction, which, with crew action, rendered the number-2 (right) EADI inoperative.* Pernyataan itu dapat diklasifikasikan kedalam 9 jenis error yaitu, UAE101 (Risk Assessment During Operation), UAE103 (Necessary Action – Rushed), UAE106 (Decision – Making During Operation), UAE201 (Inadvertent Operation), UAE203 (Procedural Error), UAE204 (Overcontrol/Undercontrol), UAE205 (Breakdown in Visual Scan), UAE206 (Poor Technique), UAE301 (Error due to Misperception). Pernyataan tersebut juga dapat dimasukkan dalam klasifikasi 2 jenis pre condition of unsafe act yaitu: PPF102 (Cross-Monitoring Performance), PEF208 (Communications – Equipment). Hal ini menunjukkan bahwa deskripsi dari HFACS tidak bersifat absolut. Dengan demikian proses perhitungan nilai Index of concordance (IOC) tidak dapat dilakukan dengan *kappa procedure* (Ross, A., Wallace, B., et al, 2004).
- ✓ Pada kajian pertama, Coder dikumpulkan dalam ruangan meeting yang cukup untuk menampung 18 org coder dan disediakan tempat duduk dengan posisi mengitari meja berukuran besar. Posisi duduk antar coder saat melakukan penelaahan relatif cukup rapat . Kedua hal tersebut akan mempengaruhi fokus dari coder karena saat proses penelaahan berlangsung sering terjadi diskusi kecil antara beberapa coder dan juga coder yang lalu lalang untuk berbagai keperluan.
- ✓ Pemahaman coder mengenai HFACS relatif masih rendah. Hal itu dibuktikan dengan seringnya pertanyaan mengenai HFACS pada saat berlangsungnya penelaahan. Penyebab kurangnya pemahaman kemungkinan diakibatkan kurangnya training yang diberikan kepada coder.
- ✓ Alat bantu yang digunakan ialah hardcopy yang berisikan daftar kode HFACS yang terdiri dari 23 halaman ukuran A4. Alat bantu tersebut tidak cukup efektif untuk membantu coder karena seringkali hilang konsentrasi dan kesulitan saat mencari pilihan kode HFACS. Oleh karena itu pada kajian kedua disusun suatu softcopy dalam bentuk power point yang lebih interaktif.

Pada kajian pertama, analisa dilakukan dengan membagi coder kedalam 8 kategori untuk melihat kecenderungan yang terjadi. Pembagian coder ini berdasarkan jenis kelamin dan pengalaman kerja. Akan tetapi distribusi jumlah coder dalam tiap kategori tidak seimbang sehingga tidak dapat memberikan hasil yang signifikan. Pada kategori jenis kelamin, terdapat 12 coder pria dan 6 coder wanita. Hasil yang diperoleh pada kategori wanita nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level subsublayer adalah 2% sedangkan pada level sublayer sekitar 6% kemudian meningkat menjadi 11% pada level layer. Pada kategori pria nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level subsublayer adalah 0% sedangkan pada level sublayer sekitar 1% kemudian meningkat menjadi 4% pada level layer. Pada kasus ini tidak dapat diambil kesimpulan pengaruh jenis kelamin terhadap tingkat reliabilitas karena ketidakseimbangan jumlah coder.

Pada kajian pertama dilakukan analisa berdasarkan pengalaman kerja. Hal ini guna melihat pengaruh pengalaman kerja terhadap output yang dihasilkan. Kategori pengalaman kerja ini dibagi menjadi 5 kelompok yaitu:

- (1) Pengalaman kerja kurang dari 2 tahun
- (2) Pengalaman kerja kurang dari 3 tahun

- (3) Pengalaman kerja kurang dari 4 tahun
- (4) Pengalaman kerja kurang dari 10 tahun
- (5) Pengalaman kerja kurang dari 20 tahun

**Tabel 6. Kategori pengalaman kerja**

No	category	Jumlah Responden (orang)	% nilai IOC yang <i>reliable</i>		
			subsub layer	sub layer	layer
1	Pengalaman kerja < 2 thn	6	1%	10%	17%
2	Pengalaman kerja < 3 thn	2	6%	14%	24%
3	Pengalaman kerja < 4 thn	2	4%	11%	20%
4	Pengalaman kerja < 10 thn	3	2%	7%	16%
5	Pengalaman kerja < 20 thn	5	1%	3%	9%

Berdasarkan kategori pengalaman kerja % nilai IOC tertinggi pada kategori pengalaman kerja < 3 tahun sedangkan % nilai IOC terendah pada kategori pengalaman kerja < 20 tahun. Hasil ini dapat diasumsikan bahwa pengalaman kerja sebanding dengan kualitas pemahaman dan ketajaman analisa yang dilakukan sehingga kesepakatan yang terjadi relatif lebih sedikit. Akan tetapi jika hal itu dijadikan kesimpulan tidaklah akurat karena jumlah coder tidak seimbang dan wawasan antar coder tidak sama. Akan tetapi terdapat pola yang sama seperti sebelumnya dimana semakin banyak jumlah responden maka terdapat kecenderungan semakin rendah kesepakatan yang terjadi. Hal itu terlihat pada kelompok pengalaman kerja < 3 tahun dan kategori pengalaman kerja < 4 tahun yang hanya terdiri dari 2 responden. Pada kedua kelompok tersebut % nilai IOC yang *reliable* relatif lebih tinggi dibanding kelompok yang lain.

Pada kajian kedua, tingkat reliabilitas nilai IOC cenderung lebih baik dibandingkan kajian pertama. Mean nilai IOC yang *reliable* dari 9 kategori untuk level subsublayer adalah 5% sedangkan pada level sublayer sekitar 9% kemudian meningkat menjadi 24% pada level layer. Pada kajian kedua terdapat 3 skenario kasus yang diberikan dengan bobot yang berbeda. Pada kasus GA 200 nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level subsublayer adalah 10% sedangkan pada level sublayer sekitar 25% kemudian meningkat menjadi 47% pada level layer. Kasus ini dianggap berbobot lebih rendah dibandingkan dengan kasus yang lain, dimana hanya terdapat 20 pernyataan *active failure* yang diklasifikasikan. Pada kasus GA 152 nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level subsublayer adalah 2% sedangkan pada level sublayer sekitar 5% kemudian meningkat menjadi 11% pada level layer. Kasus Ga 152 bobotnya lebih berat dibandingkan kasus GA 200 karena terdapat 29 pernyataan *active failure* yang harus diklasifikasikan.

Hal yang menarik ialah pada kasus GA 865 nilai IOC yang *reliable* tertinggi untuk level subsublayer adalah 10% sedangkan pada level sublayer sekitar 25%. Kasus ini dianggap memiliki bobot yang lebih sulit karena coder diharuskan untuk mencari *active failure* secara tersirat dalam narasi laporan. Kasus GA 152 dan GA 200 *active failure* telah disediakan dalam bentuk pernyataan. Pada kasus GA 865 diperoleh temuan yang sudah terklasifikasi berdasarkan layer dengan rincian sebagai berikut:

- Unsafe act terdapat 9 temuan *active failure*
- Pre condition of unsafe act terdapat 8 temuan latent failure
- Unsafe supervision terdapat 6 temuan latent failure
- Organizational influence terdapat 6 temuan latent failure.

Pada kasus ini kesepakatan yang terjadi cenderung lebih tinggi karena pengklasifikasian telah terfokus dan *active failure* relatif lebih sedikit yaitu hanya 9 temuan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, tingkat reliabilitas dari HFACS ini sangat dipengaruhi oleh jumlah coder dan jumlah *active failure* yang dianalisa. Pola yang terjadi ialah semakin banyak jumlah coder yang terlibat maka kecenderungan kesepakatan yang terjadi semakin rendah. Demikian pula dengan jumlah *active failure*, dimana semakin banyak *active failure* yang dianalisa maka kecenderungan kesepakatan yang terjadi semakin rendah. Hal itu dapat diwakili dengan sedikitnya nilai *Index of coocordance* (IOC) yang mencapai 70%. Padahal syarat utama agar dapat dikategorikan *reliable* ialah nilai IOC mencapai >70%.

Rendahnya tingkat reliability yang ditemukan dalam kajian 1 dan 2 memberikan isyarat bahwa metode HFACS masih memerlukan penyempurnaan lebih lanjut. Kondisi ini juga terjadi pada beberapa penelitian yang telah dilakukan pihak lain seperti evaluasi terhadap HFACS-ADF yang dilakukan oleh Nikki S Olsen dan Steven T. Shorrock, memperoleh hasil reliability yang rendah. Nikki S Olsen sendiri melakukan pengujian reliability terhadap HFACS dengan metode inter-coder consensuss. Penelitian itu mengambil sampel responden ATC militer Royal Australian Air force. Hasil yang diperoleh menyatakan tingkat reliabilitasnya rendah dimana

nilai IOC berkisar antara 30 – 60 % (Olsen,N.S., 2011). HFACS telah mengalami pengujian validitas dan reliabilitas oleh sang penemu yaitu Wiegmann dan Shapell. Akan tetapi kebanyakan pengujian dilakukan terhadap akademisi dalam skala yang kecil. Metode pengujian yang digunakan berbeda-beda dan umumnya tidak dideskripsikan dengan jelas, sehingga kita tidak dapat mengukur kualitas hasil pengujian tersebut (Olsen,N.S., Shorrock,S.T., 2009). Disamping itu banyak pengujian reliabilitas yang telah dilakukan oleh pihak lain namun tidak diterbitkan dalam jurnal ilmiah sehingga kita tidak dapat mengetahui sejauhmana pengujian yang telah dilakukan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, terlihat bahwa tingkat reliabilitas HFACS pada kasus pengujian di kalangan safety analis maskapai Garuda Indonesia rendah. Hal itu diakibatkan oleh tidak tercapainya nilai konsensus IOC minimum yang disyaratkan (70%). Rendahnya tingkat reliabilitas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

- Pemahaman responden yang kurang terhadap HFACS karena merupakan hal yang baru bagi mereka.
- Pelatihan yang kurang intensif terhadap responden terkait metode HFACS.
- Alat uji (materi dan fasilitas pendukung) yang perlu disempurnakan.
- Penataan tempat saat melakukan pengujian yang kurang baik.
- Pemilihan jumlah responden yang kurang berimbang pada setiap kategori jenis kelamin dan pengalaman kerja.
- Deskripsi dari subsublayer yang perlu ditelaah lebih lanjut disesuaikan dengan budaya penerbangan Indonesia.
- Istilah yang digunakan dalam mendeskripsikan subsublayer terkadang menimbulkan ambiguitas dan menyebabkan kebingungan saat memilih.

Pada pengujian ini ditemukan suatu pola dimana semakin banyak jumlah coder maka kecenderungan nilai IOC semakin kecil. Hal itu menandakan bahwa jumlah coder memiliki pengaruh yang signifikan. Jika jumlah coder terlalu sedikit maka hasil juga tidak akan bagus karena unsur subjektivitas masih terlalu tinggi. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan dan ditelaah lebih lanjut mengenai jumlah coder yang paling optimal.

### Saran

Penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi langkah awal untuk pengembangan HFACS dalam dunia dirgantara Indonesia selanjutnya. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini terdapat beberapa topik yang perlu dibahas lebih jauh demi penyempurnaan HFACS. Topik penelitian itu diantaranya:

1. Pengkajian deskripsi HFACS pada level subsublayer dan konsep klasifikasi error serta violation pada level sublayer dengan mempertimbangkan unsur budaya dan bahasa.
2. Pengujian reliabilitas HFACS dengan menggunakan metode intra-coder terhadap safety analyst yang menjadi coder pada penelitian ini.
3. Pengujian reliabilitas HFACS pada komunitas militer dengan menggunakan metode inter-coder dan intra-coder.
4. Pengujian reliabilitas HFACS pada komunitas ATC dengan menggunakan metode inter-coder dan intra-coder.
5. Pengujian reliabilitas HFACS pada komunitas investigator kecelakaan pesawat terbang Indonesia dengan menggunakan metode inter-coder dan intra-coder.
6. Membangun modul HFACS yang berbasis komputansi untuk mempermudah proses pengklasifikasian serta membantu efektifitas dalam proses pelaporan.
7. Menyusun suatu sistem identifikasi anti kecelakaan dan insiden pesawat terbang dengan berbekal database informasi latent failure dan active failure hasil pengkajian HFACS. Selanjutnya dapat dilakukan reverse analitik dengan memunculkan pareto masalah serta probabilitas tindakan tidak aman yang mungkin terjadi berdasarkan fenomena yang ditemukan selama audit.

## PUSTAKA

- Chin Li, W., Harris, D., & San Yu, C. (2007). "Routes to Failure : Analysis of 41 Civil Aviation Accidents from The Republic of China using The Human Factors Analysis and Classification System". *Accident Analysis and Prevention Journal*, 40: 426-434.
- DGAC. (2009). *Civil Aviation Safety Regulation (CASR) 121.67 : Safety Management System*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Global Aviation International Network (GAIN) Working Group B. (2003). *Guide to Method & Tools for Airline Flight Safety Analysis*. Virginia: Flight Safety Foundation.
- ICAO. (2009). *Annex 6-3.2.4*. Chicago: ICAO Press.
- Jambak, M. (2010). Perancangan Petunjuk Pelaksanaan Penyelidikan Faktor Manusia Pada Kecelakaan Pesawat Udara Sipil di Indonesia. In *Thesis S2*. Bandung: ITB.

- Jessica M. Patterson, S. A. (2010). Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1379–1385.
- KNKT. (2010). *Prosentase Perkiraan Penyebab Kecelakaan Transportasi Udara di Indonesia Tahun 2007-2010*. Jakarta: NTSC.
- Metin Celic, S. C. (2009). Analytical HFACS for Investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis and Prevention* 41, 66-75.
- Nikki S. Olsen, Steven T. Shorrock. (2009). Evaluation of the HFACS-ADF safety classification system: Inter-coder consensus and intra-coder consistency. *Accident Analysis and Prevention*, doi:10.1016/j.aap.2009.09.005.
- O'Connor. (2010). Evaluation of Human Factors Analysis and Classification System as Used Simulated Mishap Boards. *National University of Ireland. Aviation, Space, and Environmental. Medicine*, 599-606.
- Olsen, N. (2011). Coding ATC incident data using HFACS: Inter-coder consensus. *Safety science* 49, 1365-1370.
- Ross, A., Wallace, B., & Davies, J. (2004). Technical note: measurement issues in taxonomic reliability. In *Safety Science* 42 (2004) (pp. 771-778).
- Scot A. Shappel, D. A. (2000). *FAA final report :The Human Factors Analysis and Classification System-HFACS*. Virginia: FAA.
- Shapell,S.A., Weigmann,D.A. (2000). *FAA final report : The Human Factors Analysis and Classification System-HFACS*. Virginia: FAA.
- Stephen Reinach, A. V. (2006). Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. *Accident Analysis and Prevention* 38, 396–406.
- Wiegmann, D. A., Shappell, S. A., Detwile, C., Holcomb, C., & Boquet, A. (2007). Human Error and Commercial Aviation Accidents: an Analysis using The Human Factor Analysis and Classification System. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Societ* 49, 227-242.



## UJI KESETARAAN GOLONGAN DATA KLAIM, KOMPLAIN, DAN INISIATIF PERUSAHAAN TERHADAP KATEGORISASI KANO

Mokh Suef<sup>1</sup>, Suparno<sup>1</sup>, Moses L. Singgih<sup>1</sup>, Ronald Sukwadi<sup>2</sup>, Eny Widawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri- Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia

E-mail: m\_suef@ie.its.ac.id; suparno@ie.its.ac.id; moseslinggih@ie.its.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta, Indonesia

E-mail: ronaldmanutd@yahoo.com ; enny\_widawati@yahoo.com

### ABSTRAKS

*Total Quality Management (TQM) menjelaskan bahwa persoalan mutu seharusnya ditangani sejak dini yaitu sejak perancangan produk. Quality Function Deployment (QFD) adalah alat bantu yang sangat bermanfaat untuk menjamin bahwa produk yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan akan memberikan kepuasan yang tinggi. Knowledge Based QFD mendukung proses deployment menjadi lebih mudah, lebih cepat, dan lebih akurat. Knowledge Based QFD terdiri atas 3 macam knowledge yaitu customer needs knowledge, product knowledge and process knowledge. Tidak seperti product knowledge dan process knowledge, customer needs knowledge lebih tergantung pada data eksternal dari pada data internal. Data kebutuhan pelanggan masih harus didapat dari survey yang memerlukan banyak waktu dan tingkat akurasi yang rendah. Perlu dikembangkan penggunaan data komplain, klaim dan inisiatif perusahaan sebagai alternatif data kebutuhan pelanggan. Paper ini melaporkan uji empiris yang dilakukan di sebuah perusahaan untuk melihat bahwa data komplain, klaim dan inisiatif perusahaan adalah setara dengan kategori atribut produk dari Kano dan dapat digunakan sebagai alternative sumber suara pelanggan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kesetaraan antara komplain dengan atribut must-be, klaim dengan atribut one-dimensional, dan inisiatif perusahaan dengan atribut attractive.*

**Kata Kunci:** *TQM, product design, customer satisfaction, knowledge based QFD*

### PENDAHULUAN

Dalam teori *Total Quality Management (TQM)*, dijelaskan bahwa untuk menangani persoalan mutu seharusnya dimulai dari proses yang paling awal di perusahaan (Liu, 2011). Jargon yang sering digunakan adalah “*Right First Time*” dan “*Do The Right Things Right Every Time*”. Oleh sebab itu para ahli mutu (*quality experts*) kemudian banyak yang mengarahkan perhatiannya pada upaya peningkatan mutu proses perancangan produk. Yoji Akao dalam (Prasad, Data, Eds, & Bloomfield, 1998) dan Noriaki Kano dalam (Elmar Sauerwein, Franz Bailom, Kurt Matzler, 1996) adalah tokoh mutu dalam bidang perancangan produk. Yoji Akao menemukan metode *Quality Function Deployment (QFD)* yang kemudian banyak dirujuk oleh perancang produk seluruh dunia (Delgado & Aspinwall 1995; Germani et al. 2012).

Noriaki Kano melengkapi penemuan Akao dengan membuat klasifikasi *Kebutuhan Pelanggan (Customer Needs)* menjadi 3 golongan utama dan 2 golongan tambahan. Dengan penggolongan ini, alokasi sumber daya untuk merealisasi respon teknis (*Technical Responds*) harus dikaji ulang. Karakteristik Respon Teknis sangat ditentukan oleh kelompok *Kebutuhan Pelanggan* (Bilgili, Erci, & Ünal, 2011; Hashim & Dawal, 2012). Respon Teknis yang dipergunakan untuk memenuhi *Kebutuhan Pelanggan* dalam kelompok atribut *Must-be* tidak akan memberikan kenaikan kepuasan pelanggan. Namun bila kebutuhan tersebut tidak direspon maka akan menyebabkan niat pelanggan (*intention*) meninggalkan produk perusahaan. Dengan demikian seluruh kebutuhan ini mutlak harus dipenuhi. Berbeda dengan kebutuhan pelanggan pada kelompok *Satisfier*, tinggi-rendah kepuasan pelanggan akan dapat dicapai sesuai dengan kinerja Respon Teknis. *Kebutuhan Pelanggan* pada kelompok *Exiter* memiliki tingkat kepuasan pelanggan yang naik drastis pada saat kinerja Respon Teknisnya naik dan tidak memberikan dampak negative pada saat kinerjanya rendah.

Satu lagi tokoh Jepang yang memberikan kontribusi pada proses perancangan produk adalah Ikujiro Nonaka dalam (Li, Xie, & Xu, 2011). Nonaka adalah ahli *Knowledge Management* yang mendorong dilakukannya program-program inovasi di perusahaan sebagai terobosan baru pada upaya peningkatan mutu (*quality improvements*). Nonaka menggunakan pendekatan baru dalam menggali *tacit Knowledge* dan merubahnya menjadi *explicite Knowledge* yang lebih bermanfaat bagi perusahaan. Pendekatan Nonaka sangat unik dalam memacu penciptaan *New Knowledge* perusahaan. Pendekatan tersebut dikatakan sebagai *The Spiral of Knowledge*. Penciptaan *New Knowledge* dimulai dari individu. Inti dari pendekatan tersebut adalah: (1) Peneliti menghasilkan paten, (2) manajer menjadi katalis munculnya produk baru, (3) karyawan dengan pengalamannya membuat inovasi produksi, (4) perusahaan memanfaatkan inovasi karyawan untuk

meningkatkan bisnisnya, dst. Dari individu dimanfaatkan untuk perusahaan. Menjadikan *Knowledge* individu dapat digunakan orang lain diseluruh perusahaan adalah inti dari Knowledge management.

Perkembangan lebih lanjut dari *Knowledge management* adalah munculnya *Knowledge based system*. *Knowledge Based System* sangat diperlukan untuk membantu proses peningkatan mutu dan inovasi (Kim, Hun, Choi, & Kim, 1998; Liang, Ding, & Wang, 2012). Pada proses penciptaan *Knowledge*, ada ketergantungan perusahaan pada karyawan yang memiliki *tacit Knowledge*. Ini akan merepotkan perusahaan bila karyawan itu harus keluar dari perusahaan. *Knowledge Based System* dapat digunakan untuk melindungi perusahaan dari peristiwa-peristiwa seperti itu. *Knowledge* yang telah dieksplorasi oleh perusahaan perlu didokumentasikan agar kelak dapat dipergunakan lagi untuk menyelesaikan persoalan-persoalan serupa.

Persoalan yang muncul selama operasi sebuah perusahaan memang sering berulang (Al-ashaab et al., 2012; Jayawarna & Holt, 2009; Yan, Khoo, & Chen, 2005). Demikian juga proses perancangan produk adalah proses yang sering berulang. Oleh sebab itu peneliti bidang perancangan produk memanfaatkan *Knowledge Based System* untuk membantu proses *quality deployment* (Kim et al., 1998; Liang et al., 2012; Yan et al., 2005). Struktur *knowledge* yang telah dibangun untuk membantu proses *quality deployment* memiliki tiga bagian yaitu *customer needs*, *product* dan *process knowledge* (Yan et al., 2005). Tidak seperti *product* dan *process knowledge*, *customer needs knowledge* yang merupakan input dan sekaligus target dari QFD masih harus menunggu pelaksanaan survey pelanggan yang *time consuming*, mahal, dan kurang akurat (Kim et al., 1998).

Suef & Singgih, (2012) menganjurkan penggunaan data internal perusahaan (*Company Internal Data*) yang berupa keluhan (*complaints*), gugatan (*claims*), dan inisiatif perusahaan (*company initiatives*). Data layanan pelanggan (*customer service*) tentang keluhan (*complaint*) digunakan sebagai ganti dari keinginan pelanggan golongan *Must-be*. Produk yang telah banyak mendapatkan keluhan (*complaint*) dari pelanggannya seharusnya dikembangkan dengan cara memperbaiki (*Fixing*) bagian produk yang bersesuaian terlebih dulu dengan segala konsekwensinya. Bila tidak, maka produk tersebut kemungkinan akan dengan sendirinya keluar dari arena bisnis. Disamping itu Suef et al (2012) juga menganjurkan penggunaan gugatan (*claim*) sebagai ganti dari keinginan pelanggan golongan *One Dimensional* atau *Satisfiers*. Gugatan terhadap suatu produk biasanya dilakukan oleh pelanggan bila produk yang telah dibelinya tidak sesuai dengan transaksi jual beli khususnya dengan butir-butir kontrak atau spesifikasi teknisnya. Pelanggan memiliki hak untuk mendapatkan produk sesuai dengan apa yang telah disebutkan dalam kontrak jual-beli. Pemberian garansi (*warranty*) termasuk dalam cakupan *requirements* ini. Selanjutnya, Inisiatif dari Manajemen perusahaan dapat dipergunakan sebagai ganti dari keinginan pelanggan golongan *Attractive* atau *Exiters*. Dijelaskan bahwa *Attractive Attributes* adalah atribut mutu produk yang *un-expected* dan *un-spoken* (Elmar Sauerwein, Franz Bailom, Kurt Matzler, 1996), oleh sebab itu tidak selayaknya ditanyakan kepada pelanggan.

Anjuran-anjuran penggunaan data internal perusahaan tersebut diatas terdengar sangat logis. Secara definitif terdapat kesamaan konsep antara komplain dengan keinginan pelanggan golongan *must be attributes*, demikian juga dengan klaim dengan *one dimensional attributes* serta inisiatif perusahaan dengan *attractive attributes*. Walaupun demikian anjuran tersebut masih berupa hipotesa yang belum didasari oleh kebenaran empiris. Oleh sebab itu hipotesa tersebut perlu diuji kebenarannya. Bila uji kebenaran dari anjuran tersebut adalah positif maka implementasinya akan dapat mengurangi praktik survey pelanggan yang banyak kelemahannya (Jayawarna & Holt, 2009). Disamping itu penggunaan data internal perusahaan juga akan sangat membantu menyempurnakan mekanisme perancangan produk dengan *Knowledge Based QFD*.

## **HIPOTESA & METODOLOGI PENELITIAN**

Terdapat 3 hipotesa yang diuji dalam penelitian ini, yaitu:

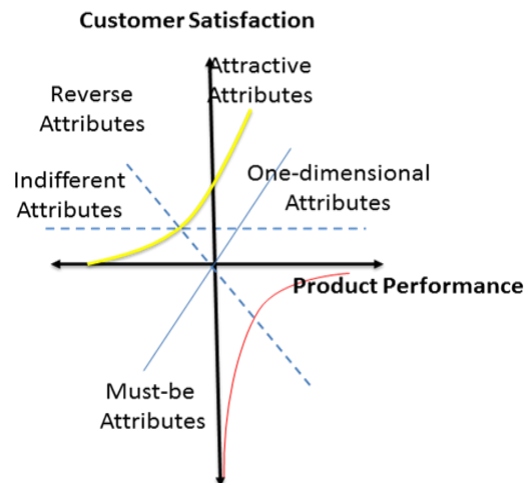
1. Karakteristik kualitas dari Klaim termasuk golongan One dimensional Atribut
2. Karakteristik kualitas dari Komplain termasuk golongan Must-be Atribut
3. Karakteristik kualitas dari Inisiatif Perusahaan termasuk golongan Attractive Atribut

Untuk menguji hipotesa diatas maka dilakukan uji kesetaraan. Data complain, klaim, dan inisiatif diambil dari sebuah perusahaan lalu dicari karakteristik kualitasnya. Selanjutnya dibuatkan pertanyaan untuk mengukur tanggapan pelanggan terhadap karakteristik kualitas tersebut. Sesuai dengan metode Kano, untuk setiap karakteristik kualitas dibuatkan 2 macam pertanyaan yang akan diajukan kepada pelanggan yaitu Functional Question dan Disfunctional Question. Dari jawaban responden ini akan ditentukan golongan dari masing-masing karakteristik kualitas oleh masing-masing responden dengan menggunakan Tabel penetapan golongan Karakteristik kualitas Kano. Sampel sebanyak 6 komplain, 4 klaim, dan 4 inisiatif perusahaan telah diuji dengan meminta tanggapan terhadap 100 responden. Dari proses sampling ini akan ditentukan golongan masing-masing karakteristik kualitas dengan menggunakan *blauth's formula* (Suryadi, 2011).

## PENDEKATAN QFD-KANO

Seiring dengan perkembangan implementasi QFD pada kegiatan-kegiatan perancangan dan pengembangan produk, Noriaki Kano pada tahun 1984, pada papernya yang berjudul *Attractive Quality and Must-be Quality*, membuat penggolongan atribut produk kedalam 5 kategori, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu :

1. *Must-be Attributes*
2. *One dimensional Attributes*
3. *Attractive Attributes*
4. *Reverse Attributes*.
5. *Indifferent Attributes*



Gambar 1. Penggolongan atribut produk Kano

Penggolongan ini telah mengubah pandangan para peneliti di bidang QFD. Para peneliti yang semula berpandangan bahwa kepuasan pelanggan akan dapat sepenuhnya dicapai dengan merealisasikan keinginan pelanggan harus direvisi. Tidak semua realisasi keinginan pelanggan dapat memberikan kepuasan pelanggan seperti ditunjukkan pada gambar diatas. Kano membagi keinginan pelanggan kedalam 5 golongan sesuai dengan kinerja produknya (Kano et al., 1984; Sauerwein, Bailom, Matzler, 1996; Hashim & Dawal, 2012). Produk yang tidak dapat memberikan kepuasan pelanggan pada saat kinerjanya tinggi dan justru sebaliknya, akan memberikan ketidakpuasan pada saat kinerjanya rendah digolongkan kedalam *Must-be Attributes*, atau sering disebut juga sebagai *basic requirements*. Produk yang dapat memberikan kepuasan sebanding dengan kenaikan kinerjanya digolongkan kedalam *One Dimensional Attributes*, atau sering disebut juga sebagai *satisfiers*. Produk yang dengan cepat dapat meningkatkan kepuasan sekalipun kinerjanya sedikit meningkat digolongkan kedalam *Attractive Attributes*, atau disebut juga sebagai *exitors*. Atribut produk yang berlawanan dengan *One-dimensional Attributes*, yaitu yang memberikan kepuasan pelanggan pada saat kinerjanya jelek dan justru mengasilkan ketidakpuasan pada saat kinerjanya baik disebut sebagai *Reverse Attributes*. Sedangkan atribut produk yang berbeda dengan ketiga diatas digolongkan kedalam *Indifferent Attributes*. Dengan demikian hubungan antara kinerja suatu produk dengan kepuasan pelanggan tidak selalu linier.

## PENGELOMPOKAN ATRIBUT PRODUK

Untuk menentukan kelompok dari setiap atribut produk, apakah termasuk golongan must-be, one-dimensional, atau attractive attributes, ada beberapa metode yang dapat dipilih. Metode tersebut antara lain: (1) Menggunakan Tabel Kano, (2) Menggunakan Metode Dummy Variabel Regression (Zhang & Chen, 2013), (3) Menggunakan Moderated Dummy Variabel Regression (Lin, Yang, Chan, & Sheu, 2010), (4). Menggunakan model Analytics (Xu et al., 2009), dan (5) Menggunakan Blauth's Model (Suryadi, 2011).

Data hasil survey yang ada di dalam kuisisioner digunakan untuk menentukan kelompok masing-masing *customer needs*. Pengelompokan tersebut dilakukan dengan menggunakan *matrix* Kano untuk mendapatkan kelompok atribut sesuai dengan kategori Kano. Tabel 1. adalah *Matrix* Kano yang digunakan untuk menganalisis hasil kuisisioner.

**Tabel 1. Matrix Kano**

Customer Requirements →		Dysfunctional				
		1. like	2. must-be	3. neutral	4. live with	5. dislike
Func-tional ↓	1. like	Q	A	A	A	O
	2. must-be	R	I	I	I	M
	3. neutral	R	I	I	I	M
	4. live with	R	I	I	I	M
	5. dislike	R	R	R	R	Q

Keterangan :

M : *Must-be*

O : *One-dimensional*

A : *Attractive*

I : *Indifference*

R : *Reverse*

Q : *Questionable result*

Dengan menggunakan matrix diatas akan dapat diketahui golongan data *customer requirement* tersebut termasuk pada kategori atribut *Attractive, one-dimensional, Must-be, indifference* atau *reverse*.

### STUDI KASUS

Studi kasus dilakukan disebuah perusahaan roti yang memiliki beberapa cabang di Jakarta. Studi kasus ini dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan apakah golongan data klaim, komplain dan data inisiatif perusahaan setara dengan golongan dari keinginan pelanggan. Untuk itu diambil beberapa data klaim, komplain, dan inisiatif perusahaan.

1. Komplain:

- a. Sakit perut setelah makan roti
- b. Jenis roti yang ditawarkan terbatas
- c. Ukuran roti terlalu kecil
- d. Packing dan Packaging kurang bagus
- e. Respon pelayan sangat lambat
- f. Toko kurang bersih

2. Klaim:

- a. Roti nampak bulukan
- b. Rasa roti tidak enak
- c. Tidak ada keterangan halal
- d. Kelebihan bayar

3. Inisiatif Perusahaan:

- a. Diskon pada pembelian malam hari
- b. Program promosi
- c. Membuka cabang agar lebih dekat dengan konsumen
- d. Program penggantian produk rusak

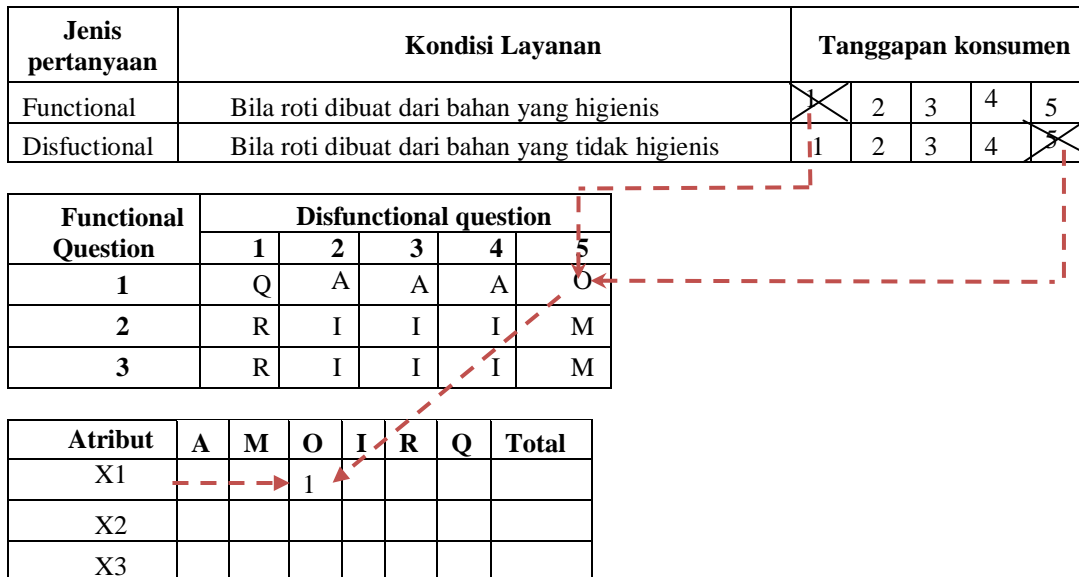
Setelah terkumpul data-data diatas, berikutnya masing-masing data dicari karakteristik kualitasnya seperti ditampilkan dalam table 2. Ini penting agar selanjutnya dapat disusun pertanyaan yang akan digunakan dalam kuisisioner Kano.

**Tabel 2. Karakteristik Kualitas dari data internal perusahaan**

No	Data Dari Perusahaan	Karakteristik Kualitas
<b>Komplain</b>		
1	Sakit perut setelah makan roti	Roti Higienis
2	Jenis roti yang ditawarkan terbatas	Variasi jenis
3	Ukuran roti terlalu kecil untuk harga yang telah dibayar	Variasi Ukuran
4	Packing dan Packaging kurang bagus	Kemasan roti
5	Respon pelayan sangat lambat	Respon keluhan
6	Toko kurang bersih	Kebersihan ruangan
<b>Klaim</b>		
7	Roti nampak bulukan	<i>Freshly baked</i>
8	Rasa roti tidak enak	Variasi rasa
9	Tidak ada keterangan halal	Spesifikasi Halal
10	Kelebihan bayar	Ketepatan pembayaran
<b>Inisiatif Perusahaan</b>		
11	Diskon pada pembelian malam hari	Diskon malam hari
12	Program promosi	Promosi
13	Membuka cabang agar lebih dekat dengan konsumen	Jumlah cabang
14	Program penggantian produk rusak	Penggantian cacat

### Evaluasi Kuisisioner dengan Model Kano

Data-data dari hasil kuisioner kano yang telah disebar dan diterima kembali, kemudian dilanjutkan ke tahap pemberian kode (*coding*) terhadap tanggapan responden pertanyaan-pertanyaan positif (*functional question*) dan pertanyaan-pertanyaan negatif (*dysfunctional question*) dari setiap atribut yang ada. Hasil dari tahap *coding* akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu tahap penentuan klasifikasi kano. Pada penentuan klasifikasi Kano ini digunakan tabel evaluasi Kano sebagai acuan penentuan klasifikasi Kano. Setiap jawaban dari responden yang telah memasuki tahap *coding* akan melalui tabel evaluasi Kano sehingga didapat penentuan klasifikasi Kano. Gambar 2 berikut adalah ilustrasi untuk menjelaskan tahap penentuan klasifikasi Kano.



Gambar 2. Proses Koding Kuisioner Kano

Dari seluruh hasil data responden yang telah masuk selanjutnya dimasukkan kedalam tabel evaluasi Kano, maka didapatkan hasil banyaknya jumlah responden yang termasuk kategori A (*Attractive*), M (*Must be*), O (*One Dimensional*), I (*Indifferent*), R (*Reserve*), dan (*Questionable*). Tabel 3 dibawah ini memperlihatkan hasil rekapitulasi jumlah responden atas pilihan klasifikasi Kano pada setiap atribut atribut pelayanan.

Tabel 3. Rekapitulasi Klasifikasi Kano dari Atribut Penelitian

No	Atribut	A	M	O	I	R	Q	Total
1	Roti Higienis	9	37	26	28	0	0	100
2	Variasi jenis	28	18	35	19	0	0	100
3	Variasi Ukuran	29	15	32	24	0	0	100
4	Variasi rasa	31	12	38	19	0	0	100
5	Diskon malam hari	33	7	33	27	0	0	100
6	Program promosi	38	16	25	21	0	0	100
7	<i>Freshly baked</i>	28	16	29	27	0	0	100
8	Jumlah toko cabang	35	14	25	26	0	0	100
9	Kebersihan ruangan	22	27	23	28	0	0	100
10	Spesifikasi Halal	20	16	33	31	0	0	100
11	Kemasan roti	22	20	25	33	0	0	100
12	Proses pembayaran	17	20	32	31	0	0	100
13	Respon keluhan	22	16	26	36	0	0	100
14	Penggantian cacat	29	10	21	40	0	0	100

Untuk memetakan kategori Kano terhadap masing-masing atribut pelayanan, maka digunakan *blauth's formula* (Suryadi, 2011), dengan ketentuan sebagai berikut:

- Jika jumlah (*one-dimensional + attractive + must-be*) > jumlah (*indifferent + reverse + questionable*) maka *grade* diperoleh dari yang paling maksimum dari (*one-dimensional, attractive, must-be*).
- Jika jumlah (*one-dimensional + attractive + must-be*) < jumlah (*indifferent + reverse + questionable*) maka *grade* diperoleh dari yang paling maksimum dari (*indifferent, reverse, questionable*).

Hasil penggolongan atribut berdasarkan *blauth's formula* dinyatakan pada table 4:

**Tabel 4. Penentuan Kategori Kano**

No	Atribut	Jumlah A+M+O	Jumlah I+R+Q	Kategori Kano
1	Roti Higienis	72	28	<i>Must Be</i>
2	Variasi jenis	81	19	<i>One Dimensional</i>
3	Variasi Ukuran	76	24	<i>One Dimensional</i>
4	Variasi rasa	81	19	<i>One Dimensional</i>
5	Diskon malam hari	73	27	<i>Attractive</i>
6	Program promosi	79	21	<i>Attractive</i>
7	<i>Freshly baked</i>	73	27	<i>One Dimensional</i>
8	Jumlah toko cabang	74	26	<i>Attractive</i>
9	Kebersihan ruangan	72	28	<i>Must Be</i>
10	Spesifikasi Halal	69	31	<i>One Dimensional</i>
11	Kemasan roti	67	33	<i>One Dimensional</i>
12	Proses pembayaran	69	31	<i>One Dimensional</i>
13	Respon keluhan	64	36	<i>One Dimensional</i>
14	Penggantian cacat	60	40	<i>Attractive</i>

### Analisis Perbandingan Atribut

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara atribut yang digunakan pada penelitian yaitu melakukan perbandingan antara data internal perusahaan yang telah dikelompokkan sesuai dengan golongannya ; keluhan (*complaint*), gugatan (*claim*), dan inisiatif perusahaan (*company initiatives*); dengan atribut data hasil survei yang telah disesuaikan dengan kategori Kano yaitu *must-be attribute*, *one dimensional attribute*, dan *attractive attribute*.

Table 5 berikut ini adalah perbandingan data internal perusahaan dengan atribut produk dari hasil survey. Keterangan “sesuai (*matched*)” diberikan bila hasil survey terhadap atribut produk sesuai dengan jenis data internal perusahaan, atau *must be* bersesuaian dengan komplain, *one dimensional* bersesuaian dengan klaim, dan *attractive* bersesuaian dengan inisiatif perusahaan. Bila tidak, maka akan diberi keterangan “tidak sesuai (*not matched*)”.

**Tabel 5. Perbandingan Atribut Pelayanan Survei dengan Data Internal Perusahaan**

No	Atribut Pelayanan	Kategori Kano	Jenis Data	Keterangan
1	Roti Higienis	<i>Must Be</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Matched
2	Variasi jenis	<i>One Dimensional</i>	Gugatan ( <i>claim</i> )	Not matched
3	Variasi Ukuran	<i>One Dimensional</i>	Gugatan ( <i>claim</i> )	Not matched
4	Variasi rasa	<i>Must Be</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Matched
5	Diskon malam hari	<i>Attractive</i>	Gugatan ( <i>claim</i> )	Matched
6	Program promosi	<i>Attractive</i>	Gugatan ( <i>claim</i> )	Matched
7	<i>Freshly baked</i>	<i>One Dimensional</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Not matched
8	Jumlah toko cabang	<i>Attractive</i>	Inisiatif perusahaan	Matched
9	Kebersihan ruangan	<i>Attractive</i>	Gugatan ( <i>claim</i> )	Matched
10	Spesifikasi Halal	<i>Attractive</i>	Gugatan ( <i>claim</i> )	Matched
11	Kemasan roti	<i>One Dimensional</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Not Matched
12	Proses pembayaran	<i>One Dimensional</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Matched
13	Respon keluhan	<i>One Dimensional</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Not Matched
14	Penggantian cacat	<i>One Dimensional</i>	Keluhan ( <i>complaint</i> )	Matched

### DISKUSI DAN PENELITIAN LANJUTAN

Dari 14 data internal perusahaan dengan 6 golongan Komplain, 4 golongan Klaim, dan 4 golongan Inisiatif perusahaan, berdasarkan hasil survey, terdapat 9 (63,3%) yang sesuai golongan (*matched*) dan 5 (36,6%) tidak sesuai golongan (*not matched*). Kelompok tiap-tiap atribut produk dalam kategori Kano ditunjukkan oleh table 5 . Selanjutnya perlu ditentukan proporsi (prosentase) dari masing-masing golongan kebutuhan yang muncul. Prosentase tiap atribut produk dapat diperbandingkan dengan jumlah proporsi (prosentase) masing-masing golongan Kano. Hasil survei menunjukkan adanya 3 golongan yang didapat yaitu golongan *Must be*, *One dimensional*, dan *Attractive*. Tabel 6 berikut ini adalah proporsi tiap golongan dan kesesuaiannya dengan kelompok yang telah dikethui sebelumnya.

**Tabel 6. Proporsi Golongan Atribut Hasil Survey & Perbandingan**

No	Golongan Kebutuhan	Jumlah	Proporsi	Jumlah	% Sesuai
1	<i>Must be</i>	2	14,6%	6	33,3 %
2	<i>One dimensional</i>	7	50 %	4	57,1%
3	<i>Attractive</i>	5	35,4%	4	80,0%

Tingkat kesesuaian golongan dari data internal perusahaan adalah bervariasi masing-masing adalah 33,3 % untuk komplain, 57,1 % untuk Klaim, dan 80 % untuk inisiatif perusahaan. Terdapat kesesuaian antara kelompok-kelompok yang dihipotesakan namun kesesuaian itu bervariasi. Variasi ini muncul dengan berbagai kemungkinan penyebab. Penyebab pertama, bisa jadi telah terjadi kesalahan pencatatan oleh perusahaan atas klaim atau komplain yang datang dari perusahaan. Ada kemungkinan pelanggan komplain namun dicatat sebagai pelanggan klaim atau demikian pula sebaliknya. Tentu saja ini dapat menjadikan kelompok data tersebut berbeda dengan yang seharusnya. Penyebab kedua adalah kesalahan survey. Responden mungkin tidak memberikan respon yang sungguh-sungguh pada saat pengisian kuisioner. Ini dapat menjadikan data hasil survey tidak valid. Untuk dapat mengurangi ketidak pastian hasil pengujian, perlu dilakukan mekanisme penggolongan dengan teknik yang lain seperti dengan model *dummy variable regression*, *moderated regression*, atau dengan model *analithycal Kano*. Pengulangan pengujian dengan menggunakan sampel yang lain juga akan sangat membantu melihat konvergensi dari permasalahan ini.

## KESIMPULAN

Dari sudut pandang konseptual, terdapat kesamaan karakteristik antara keinginan pelanggan golongan *must be* dengan keinginan pelanggan golongan komplain, demikian juga antara keinginan pelanggan golongan *one dimensional* dengan keinginan pelanggan golongan klaim serta keinginan pelanggan golongan *attractive* dengan keinginan pelanggan golongan inisiatif perusahaan. Paper ini telah melakukan pengujian kesetaraan masing-masing golongan keinginan pelanggan tersebut dengan menggunakan data empiris dari sebuah perusahaan. Hasil pengujian tersebut menunjukkan adanya kesetaraan/ kesesuaian diantara masing-masing golongan keinginan pelanggan namun dengan variasi yang tinggi. Kesetaraan keinginan pelanggan golongan *must be* terhadap complain sebesar 33,3 %, kesetaraan keinginan pelanggan golongan *one dimensional* terhadap klaim sebesar 57,1 %, dan kesetaraan keinginan pelanggan golongan *attractive* terhadap inisiatif perusahaan sebesar 80 %. Salah satu penyebab terjadinya variasi yang besar adalah konsistensi responden dalam menanggapi pertanyaan-pertanyaan persepsional tentang keinginan pelanggan yang termasuk dalam golongan *must be* dan *one dimensional*. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan baik dengan menggunakan metode penggolongan yang lain atau dengan menggunakan sampel yang lain.

## PUSTAKA

- Al-ashaab, A., Molyneaux, M., Doultsinou, A., Brunner, B., Martinez, E., Moliner, F., ... Knight, G. (2012). Knowledge-Based Systems Knowledge-based environment to support product design validation. *Knowledge-Based Systems*, 26, 48–60. doi:10.1016/j.knosys.2011.06.019
- Bilgili, B., Erci, A., & Ünal, S. (2011). Kano model application in new product development and customer satisfaction ( adaptation of traditional art of tile making to jewelries ), 24, 829–846. doi:10.1016/j.sbspro.2011.09.058
- Delgado, D. J., & Aspinwall, E. M. (1995). QFD METHODOLOGY AND PRACTICAL APPLICATIONS – A REVIEW Figure 1 . The House of Quality, 1, 1–5.
- Elmar Sauerwein , Franz Bailom, Kurt Matzler, H. H. H. (1996). THE KANO MODEL: HOW TO DELIGHT YOUR CUSTOMERS. *Production Economics*, I(IX International Working Paper), pp. 313 –327.
- Germani, M., Mengoni, M., & Peruzzini, M. (2012). A QFD-based method to support SMEs in benchmarking co-design tools. *Computers in Industry*, 63(1), 12–29. doi:10.1016/ j.compind. 2011.10.007
- Hashim, A. M., & Dawal, S. Z. M. (2012). Kano Model and QFD integration approach for Ergonomic Design Improvement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 57, 22–32. doi:10.1016/ j.sbspro. 2012.09.1153
- Jayawarna, D., & Holt, R. (2009). Knowledge and quality management: An R&D perspective. *Technovation*, 29(11), 775–785. doi:10.1016/j.technovation.2009.04.004
- Kim, J. K., Hun, C. H., Choi, S. H., & Kim, S. H. (1998). A KNOWLEDGE-BASED APPROACH TO THE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT Jae Kyeong Kim \*, Chang Hee Hun \*\*, Sang Hyun Choi \*\*, Soung Hie Kim \*\*, 35(98), 233–236.
- Li, B. M., Xie, S. Q., & Xu, X. (2011). Recent development of knowledge-based systems, methods and tools for One-of-a-Kind Production. *Knowledge-Based Systems*, 24(7), 1108–1119. doi:10.1016/ j.knosys.2011.05.005

- Liang, G., Ding, J., & Wang, C. (2012). Knowledge-Based Systems Applying fuzzy quality function deployment to prioritize solutions of knowledge management for an international port in Taiwan. *KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS*. doi:10.1016/j.knosys.2012.03.012
- Lin, S., Yang, C., Chan, Y., & Sheu, C. (2010). Int . J . Production Economics Refining Kano ’ s “ quality attributes – satisfaction ” model: A moderated regression approach. *Intern. Journal of Production Economics*, 126(2), 255–263. doi:10.1016/j.ijpe.2010.03.015
- Liu, H. (2011). Product design and selection using fuzzy QFD and fuzzy MCDM approaches. *Applied Mathematical Modelling*, 35(1), 482–496. doi:10.1016/j.apm.2010.07.014
- Prasad, B., Data, E., Eds, S., & Bloomfield, W. (1998). Review of QFD and Related Deployment Techniques, (3), 221–234.
- Suef, M., & Singgih, M. L. (2012). Quality Initiative Resource Allocation To Maximize Customer Satisfaction In QFD – Kano Model.
- Suryadi, D. (2011). Services Quality Improvement in AHASS REJEKI MOTOR based on SERVQUAL Model and Kano Model, 1–5.
- Xu, Q., Jiao, R. J., Yang, X., Helander, M., Khalid, H. M., & Opperud, A. (2009). An analytical Kano model for customer need analysis. *Design Studies*, 30(1), 87–110. doi:10.1016/j.destud.2008.07.001
- Yan, W., Khoo, L. P., & Chen, C.-H. (2005). A QFD-enabled product conceptualisation approach via design knowledge hierarchy and RCE neural network. *Knowledge-Based Systems*, 18(6), 279–293. doi:10.1016/j.knosys.2004.09.001
- Zhang, X., & Chen, R. (2013). Asymmetric effects, regulatory focus, and attribute satisfaction—Mixed experimental evidence in airline overbooking recovery. *International Journal of Production Economics*, 142(1), 27–36. doi:10.1016/j.ijpe.2012.07.022



## USULAN MODEL PEMILIHAN SUPPLIER BAHAN BAKU DOP DAN PVC DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY ANALYTIC NETWORK PROCESS* (STUDI KASUS : PT.INDONESIA NAN YA INDAH PLASTICS COPORATION)

**Darminto Pujotomo, Rizwan Adi Pribadi**

*Program Studi Teknik Industri*

*Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro*

*JL. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239*

*Email : [darminto\\_pujotomo@yahoo.com](mailto:darminto_pujotomo@yahoo.com), [rizwanadipribadi@gmail.com](mailto:rizwanadipribadi@gmail.com)*

### ABSTRAKS

*Pemilihan supplier merupakan salah satu hal penting dalam aktivitas pengadaan dan pengadaan merupakan aktivitas penting bagi perusahaan. Diberbagai perusahaan manufaktur, persentase ongkos material bisa mencapai antara 40%-70% dari ongkos sebuah produk jadi. PT.Indonesia Nan Ya indah plastic corporation (PT.INNAN) mengalami permasalahan terkait pemilihan supplier, hal tersebut dikarenakan kriteria pemilihan yang terdapat pada model pemilihan supplier sekarang ini hanya didasarkan pada kriteria harga dan sertifikasi ISO 9001, sehingga kriteria lain yang tidak masuk dalam model pemilihan menimbulkan permasalahan, sebagai contoh kriteria ketepatan waktu pengiriman yang menimbulkan permasalahan karena banyak supplier yang datang diluar kesepakatan perjanjian, hal tersebut berdampak pada terhentinya proses produksi yang disebabkan kekurangan pasokan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menentukan bobot kriteria pemilihan supplier dan mendapatkan alternatif supplier terbaik menggunakan metode Fuzzy Analytic Network process. Kriteria pemilihan supplier dilakukan dengan pendekatan : Dickson's vendor selection criteria yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan meliputi kriteria kualitas, biaya, ketepatan dan klaim. Hasil penelitian di dapatkan kriteria kualitas sebagai prioritas tertinggi dengan bobot 0.592. Peringkat kinerja tertinggi untuk supplier DOP adalah PT.Nan ya dan supplier PVC adalah PT.Statomer.*

**Kata Kunci :** *Pengadaan, pemilihan supplier, kriteria dickson's, Fuzzy-ANP*

### PENDAHULUAN

Pemilihan pemasok adalah permasalahan *multi kriteria* dimana setiap kriteria yang digunakan mempunyai kepentingan yang berbeda dan informasi mengenai hal tersebut tidak diketahui secara tepat. Dalam hal ini pemilihan *supplier* yang berdasarkan penawaran harga yang rendah sudah tidak efisien lagi. Untuk mendapatkan kinerja rantai pasok yang maksimal harus menggabungkan kriteria lain yang relevan dengan tujuan perusahaan (Ng, 2008)

PT.Indonesia Nan Ya indah *plastic corporation* (PT.INNAN) merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi *PVC (poly vinyl chloride)* yang di produksi dalam bentuk *sheet, leather, rigid* atau lembaran plastik. Di dalam kegiatan produksinya PT.INNAN menggunakan bahan baku yang di pasok dari *supplier* yang berasal dari dalam negeri dan di luar negeri. Peran dari para *supplier* sangat penting dalam mendukung aktivitas kelancaran proses produksi. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan kepala bagian pengadaan model pemilihan *supplier* yang ada sekarang ini hanya mempertimbangkan dari segi harga dan sertifikasi iso 9001 dari supplier, sehingga ketika akan melakukan pemilihan *supplier* perusahaan akan memilih *supplier* yang memberikan harga rendah dan telah memiliki standard iso 9001. Model pemilihan *supplier* saat ini sering menimbulkan beberapa permasalahan, hal tersebut dikarenakan kriteria pemilihan yang ada pada model pemilihan *supplier* sekarang ini hanya didasarkan pada kriteria harga dan sertifikasi iso 9001, sebenarnya masih terdapat kriteria lain yang dapat dipertimbangkan, sebagai contoh kriteria ketepatan waktu pengiriman, ketepatan kuantitas, ketepatan kualitas dan klaim yang diberikan *supplier*.

Berdasarkan tabel 1.1 dapat lihat bahwa dari keempat *supplier* yang dimiliki PT.INNAN saat ini sering mengalami keterlambatan dengan rata-rata keterlambatan di atas 19 hari perbulan, selain itu kuantitas pemenuhan pesanan juga memperlihatkan rata-rata diatas 113 unit per bulan yang artinya jumlah pesanan yang tidak terpenuhi sebesar 113 unit per bulan, serta jumlah klaim yang tidak di respon perbulan rata-rata di atas 3 kali, yang artinya rata-rata perbulan respon yang tidak di tanggapi sebanya 3 kali dari beberapa klaim yang diajukan. Dan ketepatan kualitas yang dihasilkan dari masing-masing *supplier* menunjukkan presentase ketepatan kualitas rata-rata di bawah 97,78% yang artinya masih terdapat bahan baku cacat yang dikirim oleh *supplier*. Dari permasalahan tersebut diperlukan suatu model pemilihan *supplier* yang dapat menggambarkan secara jelas performa dari masing-masing *supplier*. Adapun proses menentukan pemilihan supplier yang terbaik merupakan permasalahan *Multiple criteria decision making* (MCDM). Dalam penelitian ini digunakan metode *fuzzy Analytical Network Process* (Fuzzy-ANP) untuk membobotkan kriteria dan sub kriteria serta memberikan usulan alternative supplier terbaik untuk bahan baku DOP dan PVC.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di bagian pengadaan PT.INNAN. Tahapan awal penelitian yang dilakukan adalah survei pendahuluan dan studi literatur yang bertujuan mengetahui permasalahan yang diangkat menjadi topik penelitian. Kemudian dilakukan identifikasi masalah, dimana masalah yang teridentifikasi adalah adanya permasalahan dalam pemilihan pemasok dimana kriteria yang digunakan hanya harga rendah, sehingga kriteria lain yang tidak masuk dalam pertimbangan dalam pemilihan menimbulkan permasalahan. Jika suatu model yang menyertakan himpunan teori *fuzzy* ke dalam ANP untuk pemilihan *supplier* maka dapat digunakan langkah-langkah sebagai berikut (Kang *et al*, 2010) :

1. Tentukan kriteria dan alternatif dalam pemilihan *supplier*. Lakukan studi literatur dan wawancara.
2. Buat model ANP dan menentukan hubungan saling ketergantungan antar kriteria. Menentukan hubungan saling ketergantungan antar kriteria dengan *brainstorming* dengan responden.
3. Pengumpulan data, membuat kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria dan kelompok. Kuesioner ini disebarakan kepada responden. Matrik kelompok Masukkan nilai prioritas kelompok ke dalam matriks.
4. Mengubah variabel linguistik menjadi bilangan *fuzzy triangular*. Untuk melakukan pengolahan data ANP maka variabel linguistik diubah menjadi bilangan *fuzzy triangular*.

**Tabel 1 Fuzzy triangular number**

Bilangan fuzzy	Linguistic scale for importance	TFN
1	kedua elemen sama pentingnya ( <i>Equal importance</i> )	(1,1,3)
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dibandingkan elemen lainnya ( <i>moderate importance</i> )	(1,3,5)
5	elemen yang satu esensial atau sangat penting dibandingkan elemen lainnya ( <i>strong importance</i> )	(3,5,7)
7	satu elemen jelas lebih penting dibanding elemen lainnya ( <i>very strong importance</i> )	(5,7,9)
9	satu elemen mutlak lebih penting dibanding elemen lainnya ( <i>Asolutely importance</i> )	(7,9,9)

5. Menghitung rata-rata geometrik kuesioner
  - c =  $\sqrt[3]{c1. c2. c3}$  .....(1)
  - a =  $\sqrt[3]{a1. a2. a3}$  .....(2)
  - b =  $\sqrt[3]{b1. b2. b3}$  .....(3)
6. Defuzzyfikasi menggunakan metode *center of gravity* (COG). Dari bilangan *fuzzy triangular* yang sudah dirata-rata geometri akan di defuzzyfikasikan untuk mendapatkan nilai tunggal yang nantinya akan digunakan untuk membangun matrik berpasangan dalam ANP. Rumus defuzzyfikasi adalah sebagai berikut:
 
$$COG = \frac{(c-A)+(B-A)}{3}$$
 .....(4)
7. Hitung nilai *Consistency Index* (CI) dan konsistensi ratio (CR).
 
$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$
 .....(5)
 Dengan :
  - CI : indeks konsistensi
  - $\lambda_{max}$  : vektor konsistensi
  - n : jumlah alternatif
$$CR = \frac{CI}{RI}$$
 .....(6)
 Dengan
  - CR : rasio konsistensi
  - RI : indeks rata-rata bobot yang dibangkitkan secara acak (Saaty, 1981)
 Jika CR < 0,1 maka penilaian responden konsisten  
 Jika CR ≥ 0,1 maka penilaian responden tidak konsisten
8. Hitung nilai prioritas kriteria dan supermatrik
  - a. Buat supermatriks tidak tertimbang. Masukkan nilai prioritas sub kriteria ke dalam matriks
  - b. Buat supermatriks tertimbang. Kalikan matriks kelompok dengan supermatriks tidak tertimbang.

- c. Buat supermatriks limit *Weighted supermatrix*, dimana masing-masing kolom dijumlahkan jadi satu. Setelah dijumlahkan maka dibagi dengan jumlah elemen/variabel. Kemudian, hasil sintesis dari prioritas ini dinormalkan untuk memilih alternatif prioritas tertinggi.
9. Tentukan prioritas akhir (ambil data dari supermatriks limit)
10. Pilih alternatif terbaik (nilai prioritas tertinggi)

### PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

1. kriteria yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan Dickson (1966) di dalam buku pujawan (2010). Berikut adalah kriteria dan subkriteria yang digunakan dalam penelitian ini:

#### Kriteria dan Subkriteria yang digunakan

1. Kualitas
  - Kualitas produk
  - Tingkat kecacatan
2. Biaya
  - Cara pembayaran
  - Harga penawaran
3. *Ketepatan*
  - Jumlah pengiriman
  - *Packaging*
  - Waktu pengiriman
4. Klaim
  - Respon pengajuan klaim
  - Waktu penggantian barang
2. Penentuan hubungan saling ketergantungan dilakukan menggunakan metode voting pada hasil penelitian oleh Kasirian dan Yusuff dalam Olivia, g (2014). Hasil dari hubungan ketergantungan subkriteria. Jumlah responden untuk kuesioner penentuan hubungan antar subkriteria adalah 3 orang, sehingga apabila didalam satu sel jumlah responden yang memilih (Vij) lebih atau sama dengan Q, dimana Q adalah  $N/2 = 3/2 = 1,5$  maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antar subkriteia dan kriteria tersebut. Dari hubungan ini, nantinya akan menjadi dasar dalam pembuata model ANP dengan menggunakan software *super decision*.
3. Pengumpulan data, membuat kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria dan kelompok. Berikut contoh kuesioner perbandingan berpasangan dapat dilihat pada tabel 2 yang disebarakan ke kepala bagian pengadaan, kepala bagian *warehouse* dan kepala bagian *Quality control*
4. Mengubah variabel linguistik menjadi bilangan *fuzzy triangular*. Data yang telah diperoleh dari penyebaran kuisioner berupa variable linguistik diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bilangan *fuzzy triangular* yang didasarkan pada tabel 1. Sebagai contoh transformasi variabel linguistic ke triangular fuzzy number dapat dilihat pada tabel 3.
5. Menghitung rata-rata geometrik kuesioner. Contoh hasil perhitungan rata-rata geometris dapat dilihat pada tabel 4 dengan menggunakan persamaan 1,2 dan 3.
6. *Defuzzyfikasi*.  
Dari bilangan fuzzy triangular yang sudah dirata-rata geometri akan di defuzzyfikasikan untuk mendapatkan nilai tunggal yang nantinya akan digunakan untuk membangun matrik berpasangan dalam ANP. Perhitungan defuzzifikasi menggunakan persamaan 4.

**Tabel 2 kuesioner perbandingan berpasangan**

Kriteria A	<i>Absolutely</i>	<i>very strong</i>	<i>strong</i>	<i>Moderate</i>	<i>Equal</i>	<i>Moderate</i>	<i>strong</i>	<i>very strong</i>	<i>Absolutely</i>	Kriteria B
Kualitas	V									Biaya

**Tabel 3 transformasi variabel linguistic ke *triangular fuzzy number***

Kriteria A	QC			Kriteria B
Kualitas	7	9	9	Biaya

**Tabel 4 hasil perhitungan rata-rata geometris**

Kriteria A	Rataan geometris			Kriteria B
	C	A	B	
Kualitas	1.912	2.997	5.122	Biaya

7. Hitung nilai *Consistency Index* (CI) dan *consistency ratio* (CR). Pada tahap ini, matriks perbandingan berpasangan akan dilakukan uji konsistensi dengan cara melihat nilai konsistensi rasio yang nilainya harus kurang dari 0,1. Hal tersebut penting karena tanpa adanya ketidak konsistenan maka perubahan yang mempengaruhi tingkat preferensinya tidak berlaku. Perhitungan uji konsistensi ini menggunakan bantuan *software super decision*. Dapat dilihat pada gambar 5 salah satu contoh output untuk melihat *nilai consistency ratio* dari suatu perbandingan berpasangan.

Inconsistency: 0.04756		
Biaya		0.16359
Ketepatan		0.17167
Klaim		0.07255
Kualitas		0.59219

**Gambar 1 output consistency ratio super decision**

8. Pembuatan supermatriks. Pada langkah ini sudah melingkupi proses pembuatan matriks tak tertimbang, matriks tertimbang dan limit matriks.
9. Perhitungan ini dapat menggunakan software super decision. Dengan didapatkannya hasil limiting supermatriks ini maka akan didapatkan nilai limit dari masing-masing alternatif supplier dan juga limit masing-masing kriteria. hasil dari perhitungan supermatriks dapat dilihat pada tabel 5 sedangkan bobot lokal antar kriteria dapat dilihat pada tabel 6.
10. Penentuan *supplier* terbaik. Berdasarkan hasil limiting supermatriks maka dapat ditentukan ranking dari *supplier* tersebut. Hasil penentuan *supplier* terbaik dapat dilihat pada tabel 7. berdasarkan tabel 7 alternatif ranking *supplier* untuk masing-masing bahan baku DOP dan PVC, dapat dilihat *supplier* terbaik untuk bahan baku DOP berdasarkan bobot dan nilai limitnya adalah PT. Nan Ya sedangkan *supplier* terbaik untuk bahan baku PVC berdasarkan bobot terbesar dan nilai limitnya adalah PT.Statomer. untuk bobot local alternative *supplier* berdasarkan sub kriterianya dapat dilihat tabel 7.

**Tabel 5 Prioritas pemilihan supplier**

Kluster	Name	Normalized By Cluster	Limiting
Alternatif DOP	PT Eterindo	0.25	0.10
	PT Nan Ya	0.26	0.11
	PT Petronika	0.17	0.07
	PT Sari Daya	0.18	0.07
	PT Spectro	0.14	0.06
Alternatif PVC	PT Asahimas	0.25	0.08
	PT Penta Chemical	0.09	0.03
	PT Satomo	0.23	0.07
	PT Statomer	0.25	0.08
	PT Tara Ina	0.18	0.06
Biaya	Cara Pembayaran	0.00	0.00
	Harga Penawaran	1.00	0.07
Ketepatan	Jumlah Pengiriman	0.00	0.00
	Packaging	0.00	0.00
	Waktu Pengiriman	0.00	0.00
Klaim	Respon Pengajuan Klaim	1.00	0.06
	Waktu Penggantian Barang	0.00	0.00
Kualitas	Kualitas Produk	0.64	0.10
	Tingkat Kecacatan	0.36	0.05

**Tabel 6 bobot lokal antar kriteria**

Name	Normalized	Idealized
Biaya	0.164	0.276
Ketepatan	0.172	0.290
Klaim	0.073	0.123
Kualitas	0.592	1.000

**Tabel 7 Ranking alternatif *supplier* bahan baku DOP dan PVC**

Kluster	<i>Supplier</i>	Bobot	Nilai limit	Ranking
Alternatif DOP	PT Eterindo	0.25	0.10	2
	PT Nan Ya	0.26	0.11	1
	PT Petronika	0.17	0.07	4
	PT Sari Daya	0.18	0.07	3
	PT Spectro	0.14	0.06	5
Kluster	<i>Supplier</i>	Bobot	Nilai limit	Ranking
Alternatif PVC	PT Asahimas	0.25	0.08	2
	PT Penta Chemical	0.09	0.03	5
	PT Satomo	0.23	0.07	3
	PT Statomer	0.25	0.08	1
	PT Tara Ina	0.18	0.06	4

**Tabel 8 bobol alternatif local berdasarkan sub kriterianya**

DOP	Cara pembayaran	Harga penawaran	jumlah pengiriman	Packaging	Waktu pengiriman	Respon pengajuan klaim	Waktu penggantian barang	Kualitas produk	tingkat kecacatan
PT Eterindo	0.178	0.104	0.194	0.127	0.383	0.299	0.401	0.314	0.295
PT Nan Ya	0.118	0.05	0.094	0.283	0.051	0.301	0.057	0.338	0.37
PT Petronika	0.416	0.339	0.46	0.17	0.181	0.104	0.122	0.125	0.108
PT Sari Daya	0.144	0.423	0.093	0.155	0.09	0.113	0.106	0.065	0.094
PT Spectro	0.145	0.084	0.158	0.265	0.294	0.183	0.314	0.158	0.133
PVC	Cara pembayaran	Harga penawaran	jumlah pengiriman	Packaging	Waktu pengiriman	Respon pengajuan klaim	Waktu penggantian barang	Kualitas produk	tingkat kecacatan
PT Asahimas	0.248	0.466	0.215	0.146	0.091	0.138	0.174	0.209	0.142
PT Penta Chemical	0.114	0.066	0.261	0.082	0.215	0.065	0.081	0.129	0.093
PT Satomo	0.335	0.103	0.213	0.236	0.167	0.376	0.333	0.175	0.279
PT Statomer	0.168	0.266	0.08	0.344	0.205	0.113	0.141	0.345	0.306
PT Tara Ina	0.134	0.1	0.231	0.193	0.322	0.308	0.271	0.142	0.181

## **HASIL DAN KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil identifikasi kriteria lain yang berpengaruh dalam pemilihan supplier, didapatkan kriteria lain yang dapat digunakan dalam proses pemilihan supplier, kriteria tersebut adalah biaya, ketepatan, kualitas dan klaim. Kriteria tersebut diadopsi dari kriteria yang pernah diteliti oleh Dickson pada tahun 1966.

Berdasarkan hasil pembobotan Fuzzy ANP yang telah dilakukan dengan menggunakan *software super decision* didapatkan kriteria yang mendapatkan bobot terbesar adalah kualitas dengan bobot 0.592, artinya kualitas merupakan kriteria yang paling berpengaruh pada proses pemilihan *supplier*. Selanjutnya bobot terbesar kedua adalah ketepatan dengan bobot 0.172, artinya ketepatan adalah kriteria nomor dua yang cukup berpengaruh pada pemilihan *supplier*. Kemudian bobot terbesar ketiga kriteria biaya dengan bobot 0.164, artinya biaya merupakan kriteria nomor tiga yang berpengaruh pada pemilihan *supplier* berdasarkan pemilihan para pengambil keputusan. Yang terakhir adalah klaim dengan bobot 0.073, artinya klaim merupakan kriteria yang paling sedikit berpengaruh pada proses pemilihan *supplier*.

Setelah didapatkan bobot dari masing-masing kriteria maka dapat disusun ranking dari alternatif *supplier* untuk bahan baku DOP dan PVC. Untuk bahan baku DOP *supplier* terbaik dengan bobot terbesar adalah PT.Nan ya dengan bobot 0.2559, artinya PT.Nan ya adalah *supplier* yang terpilih berdasarkan bobot terbesar dari lima alternatif *supplier* yang ada. Sedangkan untuk bahan baku PVC *supplier* terbaik adalah PT.Statomer dengan bobot 0.25139, artinya PT.Statomer adalah *supplier* yang terpilih berdasarkan bobot terbesar dari lima alternatif *supplier* yang ada.

## **PUSTAKA**

- Kang, *et al.* 2010. *A Fuzzy Model for Supplier Selection as Applied to IC Packaging*. J Intell Manuf DOI 10.1007/s10845-010-0448-6
- Ng, Wang. L., 2008. An Efficient and Simple Model for Multiple Criteria Supplier Selection Problem, *European Journal of Operational Research*, 186, 2008, pp. 1059–1067
- Olivia, g. 2014. Pemilihan strategi pemasaran pada pt. Nyonya moneer dengan menggunakan pendekatan metode analytical network process (anp) dan technique for order preference by similarity to an ideal solution (topsis). *J@TI Undip, Vol IX, No 1*
- Pujawan, I Nyoman dan Mahendrawati ER. 2010. *Supply Chain Management*. Edisi Kedua. Guna Widya.

## USULAN PENGUKURAN KINERJA DAN SISTEM PEMBERIAN TUNJANGAN PERBAIKAN PENGHASILAN KARYAWAN KONTRAK ADMINISTRASI, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS DIPONEGORO

Marudut Mujur<sup>1)</sup>, Diana Puspitasari<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro

JL. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 5023

Telp. (024) 7460052

Email: marudutmujur@gmail.com<sup>1)</sup>; diana\_psptsr@yahoo.com<sup>2)</sup>

### ABSTRAKS

Penilaian kinerja karyawan Universitas Diponegoro dijadikan acuan untuk mengevaluasi karyawan dan acuan untuk menghitung besarnya Tunjangan Perbaikan Penghasilan (TPP) yang akan diberikan. Selama ini dalam melakukan penilaian kinerja, penilaian yang digunakan ialah DP3 (Daftar Penilaian Pelaksanaan Pekerjaan) yang terdiri dari Kedisiplinan, Sikap dan Perilaku, dan Hasil Pekerjaan. Namun selama ini penilaian hanya berfokus pada aspek kedisiplinan. Hal ini menyebabkan hasil penilaian yang diperoleh belum menggambarkan kinerja karyawan secara keseluruhan, dan juga adanya kesulitan dalam memberikan penilaian yang objektif dikarenakan skala penilaian yang dalam bentuk interval. Dalam penelitian penilaian kinerja yang dibangun, berdasarkan model penilaian kinerja dari University of Texas Dallas untuk karyawan administrasi. Penilaian yang dibangun terdiri dari 6 kriteria dan 19 subkriteria penilaian. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh bobot dengan menggunakan fuzzy-AHP untuk kriteia kehadiran/ketepatan waktu, inisiatif, tanggung jawab dan ketergantungan, kualitas kerja memiliki bobot yang sama besar yakni 0.2 sedangkan untuk kriteria hubungan antarpersonal, dan pengetahuan pekerjaan memiliki bobot sama besar yakni 0.1, selain itu dari hasil penelitian diketahui bahwa 21 orang karyawan administrasi kontrak yang diamati mencapai kinerja berdasarkan tunjangan yang diperoleh sebesar 83.05% untuk SMA; 74.91% untuk DIII; dan 81.10 % untuk S1.

**Kata Kunci:** DP3, Fuzzy-AHP, Penilaian kinerja karyawan, TPP, University of Texas Dallas

### PENDAHULUAN

Keberadaan dari Sumber Daya Manusia (SDM) memegang peranan penting dalam menghasilkan daya saing yang tinggi dalam suatu organisasi, hal ini disebabkan karena tenaga kerja (manusia) memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dan berkembang dalam menciptakan nilai pada produk barang atau jasa yang dihasilkan. Oleh karena itu dalam suatu organisasi harus tercipta dan terjaga iklim organisasi yang baik agar mampu meningkatkan kualitas dari SDM yang dimiliki, yakni dengan melakukan pengembangan SDM. Salah satu tolak ukur yang dapat dijadikan alat ukur dari keberhasilan dari suatu pengembangan SDM adalah adanya sistem penilaian kinerja, dimana penilaian kinerja tersebut akan menilai sejauh mana kemampuan karyawan dalam menyelesaikan pekerjaannya dan sebagai imbalan atas kinerja yang dilakukan akan diberikan imbalan berupa *reward* atau kompensasi (Hasibuan, 2003). Penilaian kinerja dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai prestasi kinerja karyawan diwaktu lalu dan sebagai cara yang mampu digunakan dalam membuat perencanaan prestasi untuk di masa yang akan datang. Dalam pelaksanaan dan penerapan penilaian kinerja tidaklah mudah, penilaian kinerja yang hendak diterapkan atau dipakai harus mampu melakukan penilaian secara akurat dan harus bebas dari sifat ke subjektifan.

Saat ini upaya meningkatkan kesejahteraan karyawan yang ada dilingkungan kampus UNDIP dilakukan dengan cara menerapkan sistem pemberian *reward* berupa kompensasi langsung dalam bentuk moneter. Sistem pemberian *reward* dalam menjamin kesejahteraan yang ada di kampus UNDIP sudah dilaksanakan sejak tahun 2011, dengan nama Tunjangan Peningkatan Kinerja (TPK). Pemberian TPK diselenggarakan dengan memberikan tunjangan berdasarkan kinerja yang dicapai oleh karyawan, dimana harapannya dengan adanya kebijakan pemberian tunjangan berdasarkan kinerja akan mampu meningkatkan kinerja dari karyawan, selain itu juga, pemberian TPK juga bertujuan sebagai alat bantu yang digunakan oleh kampus UNDIP dalam mengevaluasi kinerja karyawan kontrak dalam menjalankan tugasnya, serta sebagai pedoman yang dijadikan UNDIP sebagai acuan dalam mempertimbangkan masa kontrak kerja dengan karyawan kontrak. Pemberian TPK yang dilaksanakan berdasarkan hasil penilaian dengan menggunakan Daftar Penilaian Pelaksanaan Pekerjaan (DP3) yang terdiri dari hasil pekerjaan, kedisiplinan dan sikap dan perilaku Kebijakan TPK, diberikan kepada seluruh pegawai yang ada di lingkungan UNDIP kecuali dosen. Setelah berjalan selama 2 tahun penerapan-nya, pada tahun 2014 sistem pemberian *reward* yang ada (TPK) di UNDIP berganti nama dengan Tunjangan Perbaikan Penghasilan (TPP), hal ini dikarenakan dalam pemberian TPK dilakukan sebelumnya, pemberian tunjangan (dalam moneter) dilakukan secara terpisah dengan gaji pokok, mengakibatkan besarnya gaji yang diterima dibawah UMR ( Puspitasari dan Mujur, 2014).

Metode penilaian kinerja karyawan kontrak UNDIP dengan menggunakan DP3 belum dapat dikatakan ideal dan DP3 juga belum mampu menilai produktivitas dan kontribusi karyawan kepada organisasi hal ini dikarenakan DP3 hanya menilai kepribadian Penilaian kinerja dikatakan ideal apabila memiliki kriteria praktis, kejelasan standard dan kriteria yang bersifat objektif (Lilianto, 2007). Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan kepada Kepala Sub-Bagian Tenaga Administrasi dan Teknis UNDIP, diketahui bahwa metode penilaian kinerja karyawan yang ada saat ini masih belum berjalan dengan baik, hanya aspek kedisiplinan yang dijadikan acuan sedangkan kedua aspek lain masih belum dapat terukur dengan jelas, sehingga mengakibatkan hasil dari penilaian dengan DP3 belum mampu menilai secara keseluruhan, hal ini diperkuat dengan hasil penilaian kinerja yang ada saat ini sebagian besar berada pada kategori “sangat baik”. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat unsur subjektif dari pihak / atasan yang memberi penilaian yang disebabkan belum adanya penilaian yang jelas dan praktis yang dapat digunakan dalam menilai kinerja karyawan.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas diketahui bahwa sistem penilaian kinerja yang sudah ada, dan berjalan selama ini, yang dijadikan sebagai acuan penilaian kinerja karyawan belum dapat dikatakan ideal dan objektif karena hanya berfokus pada satu aspek penilaian saja dan sistem penilaian yang cenderung mengakibatkan timbulnya subjektifitas yang tinggi, dimana akibat yang ditimbulkan hasil penilaian kinerja karyawan yang diperoleh belum menggambarkan kinerja karyawan yang sesungguhnya Sehingga masalah yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah penilaian kinerja karyawan kontrak administrasi yang ada di Fakultas Teknik Univeritas Diponegoro yang nantinya mampu menilai karyawan secara objektif dan dapat dijadikan acuan pemberian Tunjangan Perbaikan Penghasilan.

Tujuan dari penelitian ini adalah Menghitung bobot masing-masing kriteria penilaian kinerja karyawan administrasi; Melakukan uji coba penilaian kinerja karyawan kontrak administrasi di lingkungan Fakultas Teknik UNDIP; Menghitung besar Tunjangan Perbaikan Penghasilan (TPP) yang diberikan berdasarkan hasil uji coba.

## **METODOLOGI**

### **Penentuan Model Konseptual**

Model konseptual merupakan diagram yang menunjukkan gambaran kriteria dan subkriteria yang membangun penelitian untuk mencapai tujuan yang diinginkan dari suatu penelitian. Dalam penelitian yang akan dilakukan mengenai penilaian kinerja karyawan kontrak administrasi di Fakultas Teknik UNDIP, pembangunan model konseptual dibangun dari model penilaian kinerja karyawan yang sudah ada di universitas. Dalam penelitian ini model acuan yang dijadikan dasar dalam membangun model konseptual menggunakan penilaian kinerja karyawan administrasi ” Annual Performance Appraisal Temporary Employee” di *University of Texas Dallas*. Model penilaian kinerja ini terdiri dari 6 kriteria dan 19 subkriteria penilaian yang tersaji dalam tabel 1 dan disajikan pada gambar 1.

### **Perancangan Kuesioner**

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk di jawabnya. Kuesioner dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data mengenai tingkat kepentingan dari kriteria yang telah disusun berdasarkan pendapat pihak-pihak yang dianggap mengetahui dan paham mengenai kepegawaian dilingkungan Universitas.

### **Penyebaran Kuesioner**

Dalam penelitian ini, sampel yang dipilih dengan menggunakan *purposive sampling*, dimana penyebaran kuesioner dilakukan kepada pihak-pihak yang terkait dengan kepegawaian yang ada di lingkungan UNDIP maupun Fakultas Teknik. Dalam penelitian ini pihak yang dilibatkan dalam penyebaran kuesioner perbandingan berpasangan ialah Kepala Subbagian Tenaga Administrasi dan Teknis UNDIP, Pembantu Dekan II Fakultas Teknik, Kepala Tata Usaha Fakultas Teknik dan Kepala Sub-Bagian Keuangan dan Kepegawaian Fakultas Teknik. Kuesioner yang akan disebar ialah kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria yang sudah disusun sebelumnya ( Puspitasari dan Mujur 2014).

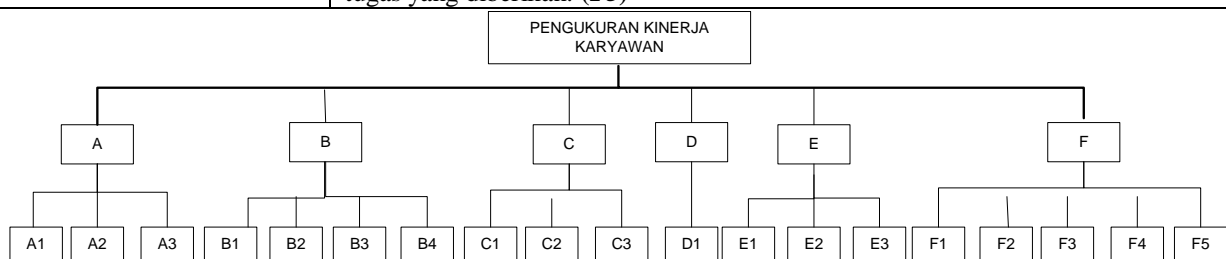
### **Uji Konsistensi**

Suatu matriks perbandingan berpasangan akan konsisten bila indeks inkonsistensinya berada dibawah nilai 0,1. Hal tersebut penting karena tanpa adanya ketidak konsistensian maka perubahan yang mempengaruhi tingkat preferensi tidak berlaku ( Puspitasari dan Mujur 2014).



**Tabel 1. Kriteria dan Subkriteria, UT Dallas**

Kriteria	Subkriteria
<b>Kehadiran/ketepatan waktu (A)</b>	Reliabilitas (kehandalan) dalam melaksanakan pekerjaan ( <b>A1</b> )
	Mampu untuk melakukan penyesuaian terhadap jam kerja, hadir tepat waktu baik saat rapat dan kewajiban kerja yang lain ( <b>A2</b> )
	Hadir tepat waktu di tempat kerja ( dilihat dari absen yang terjadwal) ( <b>A3</b> )
<b>Inisiatif (B)</b>	Memiliki ketertarikan dalam memunculkan ide (gagasan) dan mengambil tindakan untuk pemecahan suatu masalah ( <b>B1</b> )
	Mampu mengambil tindakan yang tepat mengenai kapan bertindak sendiri dan kapan berkonsultasi dengan orang lain. ( <b>B2</b> )
	Memiliki upaya untuk menemukan solusi yang praktis, dan memiliki banyak akal dan serba guna dalam menjalankan sebuah tugas yang diberikan. ( <b>B3</b> )
	Mampu memberi saran dan menerapkan metode untuk peningkatan kerja, serta melaksanakan tugas dengan sedikit atau tanpa ada peringatan. ( <b>B4</b> )
<b>Hubungan interpersonal (C)</b>	Memiliki rasa hormat kepada orang lain, termasuk kepada atasan-bawahan dan rekan-rekan lainnya. ( <b>C1</b> )
	Menjalin komunikasi dan berhubungan secara efektif dengan rekan sekerja, atasan dan lainnya. ( <b>C2</b> )
	Memiliki kemampuan dalam bertindak bijak dan berdiplomasi,dan juga bertindak secara profesional. ( <b>C3</b> )
<b>Pengetahuan Pekerjaan (D)</b>	Memiliki pemahaman mengenai pengetahuan, keterampilan, proses, peralatan operasi, prosedur dan kebutuhan sumber daya yang sesuai dengan pekerjaan dan tugas yang diberikan. ( <b>D1</b> )
<b>Kualitas Pekerjaan (E)</b>	Pelaksanaan pekerjaan yang akurat dan lengkap. ( <b>E1</b> )
	Menyampaikan hasil kerja dalam format yang rapi dan mudah dipahami. ( <b>E2</b> )
	Memiliki rasa kebanggaan dan sikap profesionalitas dalam melakukan pekerjaan ( <b>E3</b> )
<b>Tanggungjawab dan Ketergantungan (F)</b>	Memiliki rasa kepemilikan atas pekerjaan yang ditugaskan ( <b>F1</b> )
	Memiliki rasa tanggungjawab atas hasil pekerjaan yang dilakukan. ( <b>F2</b> )
	Mampu memenuhi komitmen, mencukupi batas waktu dan mencapai hasil yang diharapkan dari pekerjaan yang ditugaskan ( <b>F3</b> )
	Memiliki sikap kesanggupan dalam melaksanakan tugas baru yang diberikan ( <b>F4</b> )
	Mampu melakukan penilaian dan memahami penilaian mengenai kepentingan dari tugas yang diberikan. ( <b>F5</b> )



**Gambar 1. Struktur Hierarki**

**Pengolahan Data dengan FAHP**

**Menyusun *Triangular fuzzy Number (TFN)* dari hasil kuesioner**

Dari hasil kuesioner yang telah dibagikan kepada keempat *decision maker*, maka selanjutnya akan disusun matriks perbandingan antar kriteria dengan menggunakan nilai *Triangular fuzzy Number (TFN)*, nilai ini didasarkan dari skala 1-9 yang digunakan di dalam kuesioner. Dimana hasil kuesioner dari keempat *decision maker* akan diintegrasikan terlebih dahulu untuk mendapatkan bentuk *TFN*.

### Menghitung nilai *synthetic fuzzy* (Si)

Setelah mendapatkan nilai *Triangular fuzzy Number*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *Synthetic Fuzzy* yang bertujuan untuk mendapatkan penilaian bobot untuk setiap kriteria terhadap tujuan utama dari hirarki yang dibentuk

### Penentuan Nilai Vektor (V) dan Defuzzifikasi

Setelah melakukan perhitungan Si, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan nilai V dan d' untuk masing-masing kriteria. Hasil dari *Defuzzifikasi* diperoleh dengan menghitung perkalian antara Si dan V, dimana dari perhitungan tersebut akan diperoleh 3 nilai untuk masing-masing kriteria yang kemudian akan dipilih nilai yang terkecil dari masing-masing kriteria.

### Menghitung Normalisasi bobot

Setelah penentuan bobot masing-masing kriteria maka akan dilakukan normalisasi bobot untuk mendapatkan bobot masing-masing kriteria. Proses normalisasi ini bertujuan untuk memperoleh nilai akhir bobot untuk kriteria dengan cara melihat nilai CR harus lebih kecil dari 0,01. Suatu matriks perbandingan.

### Uji coba Penilaian

Setelah mendapatkan bobot penilaian dilakukan uji coba penilaian terhadap karyawan kontrak administrasi Fakultas Teknik UNDIP.

### Perhitungan Tunjangan Perbaikan Pendapatan (TPP)

Hasil uji coba yang diperoleh akan dijadikan dasar perhitungan TPP yang akan diberikan kepada karyawan.

## PENGOLAHAN DATA

### Uji Konsistensi

Dari hasil kuesioner (tabel 2) yang didapatkan dilakukan perhitungan konsistensi, hasil konsistensi yang diperoleh disajikan pada tabel 3.

### Penyusunan TFN

Dari hasil kuesioner yang diperoleh, selanjutnya dilakukan penyusunan kuesioner TFN dengan menggunakan rumus (1) (Ertugul dan Irfan, 2007):

$$l = \text{Min} \{a_{ijk}\}; m = \sum l; u = \text{Max} \{C_{ijk}\} \quad (1)$$

Berikut contoh penyusunan TFN untuk perbandingan kriteria A dengan kriteria B, yang disusun berdasarkan tabel 2.

$$l = 1; m = (1+1+1+1) = 4; u = 1$$

### Penyusunan Sintesis Fuzzy

Nilai dari TFN yang didapatkan dilakukan perhitungan sintesis dengan menggunakan rumus (2):

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j g_i \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j g_i \right]^{-1} \quad (2)$$

Berikut adalah contoh perhitungan sintesis *fuzzy* untuk TFN kriteria A :

$$\sum_{j=1}^m = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$$

$$\sum_{j=1}^m = 1 + 1 + 3.5 + 2.75 + 3.5 + 1 = 12.75$$

$$\sum_{j=1}^m = 1 + 1 + 5 + 5 + 5 + 1 = 18$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata sintesis fuzzy. Berikut contoh perhitungan rata-rata sintesis fuzzy untuk kriteria A :

**S1:**

$$l = (6/77) = 0.0779; m = (12.75/52.4) = 0.2433; u = (18/27.1) = 0.6642$$

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Kuesioner

KRITERIA	D1	D2	D3	D4	KRITERIA
A	1	1	1	1	B
A	3	5	1	5	C
A	3	5	1	2	D
A	3	5	1	5	E
A	1	1	1	1	F
B	1	1	1	1	A
B	5	5	1	7	C
B	3	3	1	3	D
B	3	3	1	3	E
B	1	1	1	1	F
C	0.33	0.2	1	0.2	A

C	0.2	0.2	1	0.14	B
C	0.33	0.33	1	0.2	D
C	0.5	0.2	1	0.33	E
C	0.33	0.33	1	0.14	F
D	0.33	0.2	1	0.5	A
D	0.33	0.33	1	0.33	B
D	3	3	1	5	C
D	0.33	0.33	1	0.33	E
D	1	0.33	1	0.5	F
E	0.33	0.2	1	0.2	A
E	0.33	0.33	1	0.33	B
E	2	5	1	3	C
E	3	3	1	3	D
E	1	0.5	1	0.5	F
F	1	1	1	1	A
F	1	1	1	1	B
F	3	3	1	7	C
F	1	3	1	2	D
F	1	2	1	2	E

Tabel 3. Rekapitulasi Konsistensi

Decision Maker	Rekapan	Nilai Konsistensi
D1	Kriteria	0.06
D2	Kriteria	0.06
D3	Kriteria	0
D4	Kriteria	0.06

**Penentuan Nilai Vektor dan Defuzzyfikasi**

Perhitungan nilai vektor (V) menggunakan rumus (3) :

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{untuk alternatif } i \end{cases} \quad (3)$$

Berikut adalah contoh perhitungan V untuk kriteria C :

$$V(S_2 \geq) = \frac{(0.0779 - 0.2214)}{((0.0619 - 0.2214) - (0.2433 - 0.07))} = 0.44167 \approx 0.4417$$

Dari hasil perhitungan nilai V, selanjutnya dilakukan perhitungan defuzzyfikasi dengan menggunakan rumus (4) :

$$d^n(A_i) = \min V(S_i \geq) \quad (4)$$

Rekapan nilai defuzzyfikasi disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi defuzzyfikasi

	d'(A)	d'(B)	d'(C)	d'(D)	d'(E)	d'(F)	Total
W'	1	0.9909	0.4417	0.7	0.7988	0.8926	4.824

**Perhitungan Normalisasi Bobot**

Dari hasil defuzzyfikasi dilakukan perhitungan normalisasi dengan menggunakan rumus (5) :

$$w = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), \dots, \dots, d(A_n)) \quad (5)$$

Berikut adalah contoh perhitungan normalisasi untuk kriteria A:

$$d(A) = 1 / 4.824 = 0.20 \approx 0.2$$

Rekapan normalisasi disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Pembobotan

No	Kriteria	Bobot
1	Kehadiran/ Ketepatan Waktu	0.2

<b>2</b>	Inisiatif	<b>0.2</b>
<b>3</b>	Hubungan Interpersonal	<b>0.1</b>
<b>4</b>	Pengetahuan Pekerjaan	<b>0.1</b>
<b>5</b>	Kualitas Pekerjaan	<b>0.2</b>
<b>6</b>	Tanggungjawab dan Ketergantungan	<b>0.2</b>

### Uji Coba Penilaian Kinerja

Dari hasil uji coba yang dilakukan diperoleh bobot total penilaian seperti pada tabel 6, yang kemudian akan dikalikan dengan **25** maka didapat rekapan nilai akhir seperti pada tabel 7. Berikut contoh perhitungan nilai akhir karyawan Sistem Komputer (Sk) :

$$\text{Nilai Akhir} = 3.29 \times 25 = \mathbf{82.25}$$

**Tabel 6. Rekapitulasi Bobot Total**

No	Nama Pegawai	Pendidikan	Bobot Total
1	Sk	D3	3.29
2	TI(1)	D3	2.30
3	TI(2)	S1	2.37
4	TP(1)	SMA	3.64
5	TP(2)	SMA	3.63
6	TP(3)	D3	3.68
7	Dk(1)	D3	3.86
8	Dk(2)	S1	3.84
9	Dk(3)	D3	2.66
10	Dk(4)	S1	3.37
11	Dk(5)	SMA	2.71
12	Dk(6)	S1	3.63
13	Dk(7)	D3	3.46
14	Dk(8)	S1	3.04
15	PWK(1)	D3	2.95
16	PWK(2)	D3	2.54
17	PWK(3)	S1	3.42
18	PWK(4)	D3	2.63
19	PWK(5)	D3	2.80
20	PWK(6)	D3	2.80
21	PWK(7)	S1	3.00

**Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Akhir Penilaian**

No	Nama Pegawai	Nilai Akhir
1	Sk	82.25
2	TI(1)	57.5
3	TI(2)	59.25
4	TP(1)	91.07
5	TP(2)	90.85
6	TP(3)	92.02
7	Dk(1)	96.5
8	Dk(2)	96
9	Dk(3)	66.5
10	Dk(4)	84.32
11	Dk(5)	67.63
12	Dk(6)	90.75
13	Dk(7)	86.42
14	Dk(8)	76
15	PWK(1)	73.75
16	PWK(2)	63.38
17	PWK(3)	85.4
18	PWK(4)	65.75
19	PWK(5)	70
20	PWK(6)	70
21	PWK(7)	75

**Perhitungan Tunjangan Perbaikan Penghasilan (TPP)**

Dalam menghitung TPP formulasi yang digunakan menggunakan :

$$TPP = FP \times NJ \times IDR_p \quad (6)$$

Keterangan :

FP =Faktor Penyesuai

NJ = Nilai Jabatan

IDRp = Indeks Besaran Rupiah

NJ didapatkan dengan mengkonversi nilai akhir penilaian berdasarkan tabel konversi.

Berikut adalah contoh perhitungan NJ pegawai Sk :

$$NJ = \frac{(82.25-82)(132.80-131.20)}{(83-82)} + 131.20 = 131.6$$

Maka TPP yang akan diterima oleh karyawan Sk adalah :

$$TPP = 1 \times 131.6 \times Rp. 4,500 = \mathbf{Rp. 592,200}$$

Total gaji yang diterima adalah :

$$\text{Total Gaji} = \text{Gaji Pokok} + \text{Uang Makan} + \text{TPP} \quad (7)$$

Perhitungan total gaji yang akan diterima oleh karyawan Sk adalah :

$$\mathbf{\text{Total Gaji}} = \text{Rp.1,100,000} + \text{Rp.550,000} + \text{Rp.592,200} = \mathbf{\text{Rp. 2,237,295}}$$

**Tabel 7. Rekapitulasi Total Gaji**

No	Nama Pegawai	Pendidikan	Gaji Pokok	Uang Makan	TPP	Total Gaji
1	Sk	D3	Rp. 1,100,000	Rp.550,000	Rp. 592,200	Rp. 2,242,200
2	TI1	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.414,000	Rp. 2,064,000
3	TI2	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.610,020	Rp. 2,360,020
4	TP1	SMA	Rp.1,000,000	Rp.550,000	Rp.553,275	Rp. 2,103,275
5	TP2	SMA	Rp.1,000,000	Rp.550,000	Rp.551,925	Rp. 2,101,925
6	TP3	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.662,535	Rp. 2,312,535
7	Dk1	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.694,800	Rp. 2,344,800
8	Dk2	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.972,000	Rp. 2,722,000
9	Dk3	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.478,800	Rp. 2,128,800
10	Dk4	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.853,740	Rp. 2,603,740
11	Dk5	SMA	Rp.1,000,000	Rp.550,000	Rp.408,420	Rp. 1,958,420
12	Dk6	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.918,855	Rp. 2,668,855
13	Dk7	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.622,215	Rp. 2,272,215
14	Dk8	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.769,500	Rp. 2,519,500
15	PWK1	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.531,000	Rp. 2,181,000
16	PWK2	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.456,345	Rp. 2,106,345
17	PWK3	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.864,675	Rp. 2,614,675
18	PWK4	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.473,400	Rp. 2,123,400
19	PWK5	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.504,000	Rp. 2,154,000
20	PWK6	D3	Rp.1,100,000	Rp.550,000	Rp.504,000	Rp. 2,154,000
21	PWK7	S1	Rp.1,200,000	Rp.550,000	Rp.759,375	Rp. 2,509,375

## ANALISIS

### Analisis Penentuan Bobot Penilaian Kinerja

Penentuan bobot penilaian kinerja karyawan menggunakan perhitungan metode *Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*. Hasil pem bobotan untuk kriteria kehadiran/Ketepatan waktu, Inisiatif, Kualitas pekerjaan dan Tanggung jawab dan ketergantungan bobot yang dihasilkan sebesar 0.2, sedangkan kriteria hubungan interpersonal dan pengetahuan pekerjaan memiliki bobot sebesar 0.1. Hal ini menunjukkan bahwa kriteria yang memiliki bobot yang paling besar dianggap memiliki peranan yang lebih penting dalam menilai kinerja karyawan Administrasi FT UNDIP.

### Analisis Uji Coba Penilaian Kinerja Karyawan

Dari hasil uji coba ditinjau dari jenjang pendidikan pegawai, diketahui bahwa untuk tingkat jenjang pendidikan SMA, seperti yang disajikan pada gambar 4.3, diketahui bahwa 67% berada pada kategori sangat baik dan 33% berada pada kategori baik; untuk jenjang pendidikan DIII 46% berkategori sangat baik, 36 % kategori baik dan 18% kategori cukup; untuk jenjang pendidikan S1 57 % berada pada katategori sangat baik, 29% baik, dan 14% berkategori cukup.

### Analisis Usulan Kerangka Pemberian Tunjangan Perbaikan Penghasilan (TPP)

Dari hasil perhitungan rata-rata pemberian TPP yang akan diberikan kepada 21 orang karyawan berdasarkan tingkat pendidikan karyawan adalah Rp. 504,540 untuk karyawan kontrak dengan tingkat pendidikan SMA; Rp. 539,390.5 untuk karyawan kontrak dengan tingkat pendidikan DIII; dan Rp.821,164,4 untuk karyawan kontrak dengan tingkat pendidikan S1. Jika ditinjau dari besarnya TPP, maka pencapaian kinerja rata-rata karyawan kontrak dengan menggunakan form penilaian yang dirancang adalah 83,05 % pencapaian kinerja untuk pendidikan SMA; 74.92% untuk DIII dan 81,10% untuk S1.

Dari rancangan hasil penilaian yang dibangun mendapatkan hasil penilaian berkategori “Kurang”, minimum besarnya total gaji yang akan diberikan untuk tingkat pendidikan S1 sebesar Rp.2,003,01); DIII sebesar Rp.1,830,000; SMA sebesar Rp.1,701,875. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun hasil penilaian yang diberikan kepada karyawan kontrak administrasi berada pada kategori “Kurang”, besar gaji yang diberikan tetap berada diatas UMR kota Semarang.

## KESIMPULAN

Penilaian kinerja karyawan kontrak administrasi berdasarkan penilaian kinerja karyawan dari *University of Texas at Dallas, January 2014* yang terdiri dari 6 kriteria dan 19 subkriteria. Bobot yang didapatkan ialah kehadiran/ketepatan waktu dengan bobot 0.2; inisiatif dengan bobot 0.2; kriteria tanggung jawab dan ketergantungan dengan bobot 0.2; kriteria kualitas kerja dengan bobot 0.2; kriteria hubungan antarpersonal dengan bobot 0.1; kriteria pengetahuan pekerjaan dengan bobot 0.1.

Setelah mendapatkan bobot penilaian aspek kinerja karyawan administrasi dilakukan uji coba penilaian menggunakan rancangan penilaian yang menggunakan bobot yang ditemukan. Dari hasil uji coba penilaian kinerja dilakukan untuk mendapatkan hasil penilaian kinerja yang sesuai dengan penilaian yang dibangun. Uji coba penilaian menggunakan skala penilaian dengan skala 1-4, dari hasil uji coba diperoleh 53% dalam kategori sangat baik; 33% pada kategori baik; dan 14% berada pada kategori cukup

Dari hasil penilaian tersebut dihitung besarnya TPP yang akan didapatkan oleh karyawan kontrak untuk S1 rata-rata Rp.821,164.4; karyawan kontrak DIII Rp. 539,390.5; dan karyawan kontrak SMA Rp. 504,540. Pencapaian kinerja rata-rata yang diperoleh ialah 83,05 % pencapaian kinerja untuk pendidikan SMA; 74.91 % untuk DIII dan 81,10 % untuk S1.

## PUSTAKA

- Annual Performance Appraisal Temporary Employee (Classified or Administrative and Professional. [utdallas.edu](http://www.utdallas.edu/hrm/forms/). Diakses 15 Mei, 2014 dari <http://www.utdallas.edu/hrm/forms/>
- Ertugul, Irfan and Karaksoglu, Nilsen. (2007). *Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods*. Turkey
- Hasibuan, Malayu SP., (2003), *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Lilianto, Alluisius, (2007). *Penilaian Kinerja Pegawai Administrasi*. Semarang : Psikologi UNIKA Semarang
- Penilaian Prestasi Kerja PNS.pdf. [anri.go](http://anri.go.id/assets/download/). Diakses 19 Juni, 2014 dari <http://anri.go.id/assets/download/>
- Puspitasari, Diana dan Mujur Marudut. (2014). Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Karyawan dan Pemberian Reward Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Fuzzy Synthethic Decision Approach. *Jurnal Teknik Industri*. Vol.IV, No. 3.

## **USULAN PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN KINERJA DEPARTEMEN MENGUNAKAN MODEL SINK'S SEVEN PERFORMANCE CRITERIA**

**Lina Triastuti<sup>1</sup>, Darminto Pujotomo<sup>2</sup>**

*Program Studi Teknik Industri*

*Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro*

*Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239*

*[linatriastuti05@gmail.com](mailto:linatriastuti05@gmail.com)<sup>1</sup>, [darminto\\_pujotomo@yahoo.com](mailto:darminto_pujotomo@yahoo.com)<sup>2</sup>*

### **ABSTRAKS**

*Sistem pengukuran kinerja diperlukan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan perusahaan dalam mencapai tujuannya, serta dapat menjadi alat penting manajemen untuk perbaikan yang terus menerus. termasuk di PT Indonesia Nan Ya Indah Plastic Corporation. Selama ini, pengukuran kinerja departemen di PT INNAN belum optimal dengan baik yaitu adanya ketidakpuasan dalam penilaian kinerja departemen yang ada saat ini, hal tersebut dikarenakan penilaian kinerja yang ada sekarang belum dapat mendeskripsikan kinerja yang sesungguhnya di departemen Pada penelitian ini untuk merancang suatu sistem penilaian kinerja departemen berdasarkan kriteria-kriteria lain dengan menggunakan model Sink's Seven Performance Criteria, ANP, dan Skala Likert. Dalam Penelitian ini menggunakan model Sink's Seven Performance Criteria untuk memberikan definisi jelas antar konsep kriteria kinerja yang dapat menggambarkan interelasi yang kompleks antar kinerja. Metode Analytical Network Process (ANP) digunakan untuk pembobotan subkriteria dan skala likert digunakan untuk melakukan scoring kriteria yang terpenting. Dari hasil perhitungan penilaian kinerja departemen didapatkan 25 indikator kpi ( key performance indicator ) belum tercapai dan 8 key performance indicator sudah tercapai dari nilai target aktual perusahaan dengan target perusahaan yang ditentukan di PT Indonesia Nan Ya Indah Plastic Corporation.*

**Kata Kunci :** *Penilaian Kinerja Departemen, Sink's Seven Performance Criteria, ANP dan Skala Likert*

### **PENDAHULUAN**

PT Indonesian Nan Ya Indah Plastic Corp, yang merupakan anak perusahaan dari Nan Ya Plastic Corporation. Perusahaan ini bergerak di bidang produksi PVC (*sheet, leather, dan rigrid*) atau yang lebih umumnya lembaran-lembaran plastic. Salah satu contoh produk yang ada di PT INNAN yaitu kulit jok motor, perlak dan karpet.

Berdasarkan hasil dari kuisioner studi pendahuluan yang dilakukan, dari 8 orang tim penilai yang terdiri dari perwakilan departemen menyatakan 87,5% dari 7 responden merasa ketidakpuasan terhadap suatu sistem penilaian kinerja departemen yang ada sekarang, hal ini dikarenakan sistem penilaian kinerja departemen tersebut hanya menilai suatu departemen pada kriteria kebersihan saja, Selain itu model penilaian kinerja seperti ini menghasilkan nilai dengan kategori yang hampir sama di setiap departemen, hal tersebut dikarenakan tidak adanya tolak ukur yang digunakan sebagai standar penilain. Sehingga diperlukan kriteria-kriteria tambahan yang berpengaruh pada penilaian kinerja suatu departemen. Dan 1 respon menyatakan tidak adanya permasalahan pada penilaian kinerja departemen yang ada sekarang

Berdasarkan permasalahan yang ada diatas maka penelitian ini difokuskan untuk merancang suatu sistem penilaian kinerja departemen dan terlebih dahulu melakukan pengukuran untuk mendapatkan kriteria-kriteria yang nanti nya akan digunakan menilai

Pengukuran kinerja dilakukan menggunakan model Sink's Seven Performance Criteria, yaitu model pengukuran kinerja yang menyatakan bahwa kinerja sebuah sistem organisasi merupakan interrelasi yang kompleks dari tujuh kriteria, yaitu : efektivitas, efisiensi, kualitas, produktivitas, kualitas kehidupan kerja, inovasi, dan profitabilitas. Model ini menggambarkan suatu sistem manajemen sebagai suatu mekanisme untuk membangun siklus perbaikan yang lebih efektif. Pada model ini juga digambarkan hubungan antar elemen dalam sebuah organisasi mulai dari *upstream system, input, value added processe, output, hingga downstream system* dalam konteks *Input/Output Analysis*.



## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian sehingga proses penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan sistematis. Dengan adanya metodologi ini, maka siklus pemecahan masalah dapat dilaksanakan secara terstruktur.

### Studi Lapangan

Metode ini digunakan dalam pengumpulan data yang dilakukan secara langsung ke tempat penelitian. Studi lapangan dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

a. Observasi

Pada survey ini dilakuakn pengumpulan data dan informasi mengenai pengukuran kinerja departeme produksi di PT INNAN.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan kepala bidang departemen produksi untuk mengidentifikasi sistem organisasi, *key result area*, dan *key performance indicator*.

c. Kuesioner

Kuesioner ini meruakan data primer yang data nya diperoleh langsung diambil dari objek penelitian. Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Kuesioner Pendahuluan
2. Kuesioner Validasi KPI
3. Kuesioner Pembobotan KPI
4. Kuesioner Skala Likert
5. Kuesioner Kondisi Fasilitas Kerja

### Perancangan KPI dengan *Sink's Seven Performance Criteria*

Penentuan ini dilakukan dengan tahap atau fase sebagai berikut:

a. Identifikasi Sistem Organisasi

Tahap ini dilakukan dengan wawancara untuk mengetahui upstream system, input, transformation process, output dan down stream.

b. Identifikasi Key Result Area

Tahap mengidentifikasi key result area dari tujuh kriteria kinerja yang diinginkan oleh perusahaan untuk meningkatkan performansi pada sistem organisasi dengan wawancara.

c. Identifikasi Key Performance Indicator

Tahap perumusan KPI di setiap kriteria yaitu effectiveness, efficiency, quality, productivity, quality of work life, innovation dan profitability/budgetability.

### 11. Penetapan KPI

Tahap penentuan validasi KPI dilakuakn untuk mendapatkan KPI yang mempresentasikan kinerja sesuai dengan kebutuhan departemen produksi.

### 12. Pembobotan KPI dengan ANP

Pembobotan KPI menggunakan metode Analytical Network Process ( ANP ) dengan bantuan Super Decision.

### 13. Melakukan pengukuran dan skala likert

Tahap ini dilakukan untuk mengukur anantara aktual perusahaan dengan target perusahaan apakah target tersebut tercapai atau tidak.

### 14. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan dilakukan terhadap indicator yang targetnya tidak tercapai.

## HASIL

### Perancangan dan penetapan KPI dengan Sinks seven performance criteria.

#### Identifikasi Sistem Organisasi

- **Upstream System**

*Upstream System* merupakan supplier maupun vendor yang berperan dalam penyediaan bahan baku yang dibutuhkan untuk pembuatan produk. Salah satu supplier yaitu PT Asahimas.

- **Input**

Input merupakan tenaga atau sumber daya yang digunakan untuk melakukan proses produksi. Input pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 6 jenis yaitu material, manusia, mesin, energy, modal dan informasi.

- **Transformation Process**

Proses transformasi ini merupakan tahap-tahap proses dalam mengubah input menjadi output.

- **Output**

Output yang dihasilkan oleh departemen produksi di PT Indonesia Nan Ya Indah Plastic Corporation dapat digolongkan menjai 3 bagian yaitu produk, limbah dan informasi

- **Downstream**

Downstream System adalah penjualan pada pelanggan dengan dua cara yaitu penjualan secara ritel dan penjualan corporate kerjasama dengan perusahaan swasta.

**a. Identifikasi Key Result Area**

Identifikasi key result area ini bertujuan untuk mengetahui hal-hal yang diinginkan dan dibutuhkan oleh masing-masing unsure organisasi.

**b. Identifikasi dan penetapan Key Performance Indicator**

Key performance indicator dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencapaian masing-masing objectives. Key performance indicator merupakan aktivitas untuk mengukur kinerja departemen produksi. Dari tahap perancangan KPI, penelitian mendapatkan 43 KPI. Dari hasil kuesioner validasi KPI didapatkan 10 KPI yang tidak valid. Hasil KPI yang valid berjumlah 33 dengan rincian 5 KPI *Effectiveness*, 5 KPI *Efficiency*, 8 KPI *Quality*, 5 KPI *Productivity*, 6 KPI *Quality of Work Life*, 1 KPI *Inovasi*, dan 3 KPI *Profitability/Budgetability*. Lampiran 1. Hasil key performance indicator.

**c. Pembobotan Key Performance Indicator**

Pembobotan key performance indicator digunakan untuk mengetahui tingkat kepentingan setiap KPI sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Pembobotan ini dilakukan dengan cara yaitu a. melakukan penentuan hubungan saling ketergantungan subkriteria dengan menggunakan metode voting yaitu Jumlah responden (N) adalah lima orang. Jika dalam suatu blok (baris i – kolom j), jumlah responden yang memilih (Vij) lebih dari atau sama dengan  $(N/2 \geq 2,5)$ , maka terdapat hubungan keterkaitan antar kriteria tersebut. b. berdasarkan hasil penilaian dari kuisisioner yang disebar ke beberapa responden, berikut langkah-langkah perhitungannya dengan menggunakan *Software Super Decision* :

- Menghitung nilai geometric mean

tujuan dari perhitungan *geometric mean* ialah mengkumulatifkan jawaban responden dalam sebuah formula untuk mendapatkan sebuah keputusan, dengan kata lain nilai *geometric mean* merupakan jawaban bersama, dari beberapa responden dalam mendapatkan satu jawaban.

Persamaan 1 berikut merupakan rumus geometric mean.

$$G = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times X_3 \dots} \dots\dots\dots(Pers 1)$$

- Memasukkan hasil perhitungan mean geometris kedalam software super decision dan menentukan bobot kepentingan subkriteria.
- Bobot kepentingan subkriteria didapat dari menormalisasikan nilai limiting pada setiap elemen, dapat dilihat pada lampiran 2. Pada lampiran 2 terlihat bahwa limiting tertinggi yaitu sebesar 0.113977 pada sub kriteria kualitas dan kriteria kualitas produk.

**d. Melakukan pengukuran dan skala likert**

Dari hasil pengukuran masing-masing key performance indicator, terlihat pada lampiran 3 memiliki 6 key performance indicator tercapai dari aktual perusahaan dengan target perusahaan dan 27 keyperformance indicator tidak tercapai aktual perusahaan dengan target perusahaan. Dan skala likert tersebut digunakan untuk menunjukkan apakah target tersebut sesuai dengan target aktual dengan target perusahaan.

**KESIMPULAN**

Dari proses perancangan sistem pengukuran kinerja menggunakan metode *Sink's Seven Performance Criteria* di departemen produksi PT Indonesia Nan Ya Indah Plastic Corporation dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil identifikasi, diperoleh 5 unsur sistem organisasi yang mempengaruhi kinerja departemen yaitu *Upstream system* ( supplier.vendor yaitu PT Ashaimas, PT NanYa, dan PT Statomer), input berupa material, manusia, mesin, energy, modal dan informasi), *Transformation processes* yaitu proses produksi pembuatan produk dari mesin calendar sampai mesin inspecting rolling, *outputnya* yaitu produk jadi, dan *downstream* yaitu pelanggan/konsumen yang hasil produknya didapatkan dari retail-retail atau perusahaan. Berdasarkan ketujuh kriteria kinerja yang digunakan didapatkan hasil validasi *key performance indicator* yang berjumlah 33 KPI dengan rincian 5 KPI *Effectiveness*, 5 KPI *Efficiency*, 8 KPI *Quality*, 5 KPI *Productivity*, 6 KPI *Quality of Work Life*, 1 KPI *Inovasi*, dan 3 KPI *Profitability/Budgetability*.
2. Hasil dari pembobotan subkriteria kualitas produks merupakan kriteria yang paling di prioritaskan sebesar 0.11397. Dan untuk hasil pembobotan antar indicator KPI yang memiliki nilai tertinggi yaitu untuk efisiensi energy sebesar 0.1083.
3. Dari lampiran 3 terdapat hasil dari penilaian kinerja departemen adalah terdapat tujuh kriteria yang tercapai target perusahaan dan yang tidak tercapai target perusahaan adalah sebesar 22 key performance indicator

**PUSTAKA**

- Assauri, S. 1999. *Manajemen Pemasaran*. Raja Grafindo Persada: Jakarta
- Kotler, P. 2000. *Manajemen Pemasaran: Analisis, Perencanaan, Implementasi dan Kontrol*. Prenhallindo: Jakarta
- Kotler, P., Keller. 2008. *Manajemen Pemasaran edisi 12 jilid 1*. Erlangga: Jakarta
- Porter, M.E., 1980. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, The Free Press: New York
- Saaty, T., L., 1998. *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publication: Pittsburgh USA.
- Saaty, T., L., dan Vargas, G 2006, *Decision Making in Economic, Political, Social and Technological Enviroments with The Analytical Hierarchy Process, The Analytical Hierarchy Process*. RWS Publication, Pittsburgh USA.
- Tjiptono, F., Chandra, G, dan Andriana. 2007. *Pemasaran Strategik*. ANDI: Yogyakarta
- Wu, C.S., Lin. C.T., Lee, C., 2010. Optimal marketing Strategy: A decision-making with ANP and TOPSIS. *Int.J. Production Economics* 127, 190-196

## ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN SISTEM UMPAN BALIK TERHADAP HASIL EVALUASI PERKULIAHAN DAN NILAI MAHASISWA

Ronald Sukwadi<sup>1\*</sup>, M.M.Wahyuni Inderawati<sup>2</sup>, Hotma A. Hutahaean<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jl. Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930  
Telp. (021) 5708826

E-mail: ronald.sukwadi@atmajaya.ac.id; ronaldmanutd@yahoo.com

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi memberikan dampak terhadap dunia pendidikan termasuk pendidikan tinggi sehingga sekarang pemanfaatan teknologi informasi menjadi hal yang penting. Sistem umpan balik perkuliahan dikembangkan dengan tujuan untuk mengevaluasi proses belajar mengajar di Unika Atma Jaya Jakarta. Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi, pada tahun 2011 sistem umpan balik mengalami perubahan dari sistem manual ke sistem online. Namun sampai saat ini, evaluasi terhadap efektivitas dari sistem umpan balik online tersebut masih minim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan sistem tersebut terhadap hasil evaluasi perkuliahan dan korelasinya dengan nilai mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh perubahan sistem umpan balik terhadap hasil evaluasi perkuliahan dan nilai umpan balik berkorelasi positif terhadap nilai mahasiswa.

**Kata Kunci:** sistem umpan balik, manual, online, hasil evaluasi perkuliahan, nilai mahasiswa

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi secara signifikan memberikan dampak terhadap organisasi yang menyebabkan investasi teknologi informasi menjadi hal yang penting (Dewett & Jones, 2001; Al-Gahtani, 2004). Perkembangan teknologi komunikasi dalam hal ini adalah internet yang sangat cepat memungkinkan manusia untuk mengubah cara berkegiatan secara manual beralih ke digital dan telah pula berperan serta mempercepat teknologi *offline* menjadi *online* (Gupta *et al.*, 2007). Tingkat kompetensi teknologi informasi sumber daya manusia menjadi faktor yang penting. Lingkungan dengan tingkat penguasaan teknologi informasi yang tinggi biasanya lebih adaptif sehingga implementasi teknologi informasi cenderung lebih mudah dibandingkan pada lingkungan dengan kondisi sebaliknya (Rahayudi & Sukoharsono, 2008; Falahah & Rijayana, 2011). Dengan demikian, kemajuan teknologi informasi ini sangat dirasakan manfaatnya oleh pengguna, yaitu dalam hal efisiensi, kecepatan dan kemudahan.

Unika Atma Jaya, sebagai bagian dari pendidikan tinggi di Indonesia telah berusaha memenuhi semua aspek untuk menjadi perguruan tinggi yang bermutu. Aspek imperatif dipenuhi dengan diimplementasikannya Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) sesuai panduan Dikti, dan telah mendapat pengakuan dari Dikti sejak 2008. Aspek induktif dipenuhi dengan dirumuskannya Rencana Strategis (Renstra) lima tahunan dan Rencana Operasional (Renop) tahunan yang merupakan benang merah perwujudan Visi Unika Atma Jaya. Sedangkan pemenuhan aspek induktif dilaksanakan dengan memberikan perhatian penuh pada proses belajar mengajar (PBM) sebagai proses utama pendidikan tinggi. Mahasiswa sebagai *stakeholder*, yang merasakan secara langsung proses ini, menjadi perhatian utama dalam hal pemenuhan kebutuhannya. Unika Atma Jaya perlu mengukur kepuasan mahasiswa terhadap PBM, seperti yang disyaratkan dalam Borang Akreditasi Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi / BAN PT (Buku 3A, Akreditasi Program Studi Sarjana, 2008) dan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008, klausul 8.

Kepuasan *stakeholder* mahasiswa terhadap PBM selalu diukur dan dievaluasi setiap semester. Pengukuran dilakukan melalui survei pengisian kuesioner umpan balik perkuliahan. Mahasiswa peserta kuliah wajib mengisi kuesioner umpan pada setiap kelas yang diikutinya. Dalam kuesioner tersebut terdapat pertanyaan sebanyak 16 butir terkait proses belajar mengajar di kelas. Mahasiswa memberikan persepsi pada setiap butir pertanyaan dengan range 0 - 3. Perhitungan rerata setiap kelas akan diolah, hasil yang diperoleh merupakan Indeks Prestasi Dosen (IPD). Selain itu dapat dihitung pula rerata kepuasan mahasiswa terhadap keseluruhan PBM tingkat prodi, fakultas dan universitas. Hasil evaluasi ini menjadi masukan bagi pimpinan program studi dan universitas untuk menentukan strategi dan rencana operasional untuk meningkatkan mutu secara berkelanjutan. Oleh karena itu, keakuratan hasil pengukuran menjadi hal yang sangat penting. Proses pengambilan data yang baik dan benar akan mendukung keakuratan hasil survei ini.

Salah satu cara yang dijalankan Unika Atma Jaya untuk menjaga kualitas adalah adanya evaluasi perkuliahan di setiap akhir semester. Survei kepuasan mahasiswa terhadap proses belajar mengajar telah dilaksanakan oleh Unika Atma Jaya sejak lama. Evaluasi perkuliahan ini dilakukan dalam bentuk kuesioner berbentuk media *Optical Mark Reader* (OMR) yang dibagikan ke mahasiswa di setiap akhir semester. Mahasiswa diminta mengisi kuesioner menggunakan pensil 2B untuk setiap mata kuliah yang diambil di semester berjalan. Setelah mahasiswa mengisi kuesioner, maka lembar yang telah diisikan akan dikumpulkan dan untuk melakukan input data, OMR harus dipindai menggunakan *scanner* pembaca kuesioner OMR. Setelah data tersebut direkap, maka rekapitulasinya dilaporkan kepada berbagai pihak seperti dekan, kaprodi, dan dosen yang yang bersangkutan. Proses evaluasi/umpan balik perkuliahan ini berjalan sampai akhir tahun ajaran 2010/2011. Cara pengisian umpan balik perkuliahan yang dilakukan secara manual dapat mengakibatkan beberapa masalah seperti:

- a) Biaya percetakan kertas OMR pun menjadi biaya yang harus dikeluarkan. Jika rata-rata mahasiswa yang aktif di setiap semester adalah sekitar 11000 mahasiswa dengan rata-rata mahasiswa mengambil 8 matakuliah, maka formulir yang harus disediakan adalah sekitar 88000 lembar.
- b) Pelaporan hasil umpan balik memakan waktu yang lama, mengingat banyaknya lembar umpan balik yang harus dipindai. Hasil evaluasi baru dapat dibagikan lebih dari enam bulan setelah pelaksanaan survei karena lamanya proses pemasukan data kuesioner. Kekurangakuratan dalam input data kuesioner juga dapat menjadi masalah lain karena banyaknya lembar umpan balik yang harus diinput.

Dari permasalahan-permasalahan di atas, Unika Atma Jaya merasa perlu untuk membangun sebuah sistem yang dapat membantu proses input hasil umpan balik yang dapat meminimalisir masalah-masalah tersebut. Unika Atma Jaya merasakan bahwa kebutuhan akan efisiensi, kecepatan dan kemudahan pengisian dan pengolahan data perlu ditingkatkan, maka mulai semester ganjil tahun ajaran 2011/2012, Unika Atma Jaya menerapkan pengisian kuesioner umpan balik mahasiswa terhadap proses belajar mengajar melalui sistem online. Tidak ada lagi kertas OMR yang dicetak. Mahasiswa mengisi kuesioner secara online pada waktu yang telah ditentukan, data dapat segera dihimpun dan diolah sehingga hasil diharapkan dapat terbit lebih cepat.

Namun demikian, pada hakikatnya pengambilan data melalui sistem online tidak dapat semata-mata hanya mengandalkan kemudahan, kecepatan dan efisiensi. Ada berapa aspek lain yang perlu diperhatikan antara lain keakuratan dan korelasinya terhadap nilai mahasiswa. Unika Atma Jaya perlu mengetahui, apakah pengambilan data umpan balik mahasiswa secara online memberikan hasil yang sama dengan pengambilan data secara manual. Selain itu Unika Atma Jaya perlu juga mengetahui bagaimana korelasi nilai umpan balik dari mahasiswa dengan nilai mata kuliah yang didapat mahasiswa yang bersangkutan. Oleh karena itu, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Apakah terdapat perbedaan nilai umpan balik yang diberikan mahasiswa sebelum dan sesudah perubahan sistem umpan balik.
2. Apakah terdapat hubungan/keterkaitan antara nilai umpan balik mahasiswa dengan nilai yang diperoleh mahasiswa.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Efektivitas Sistem Informasi

Sistem informasi (SI) di bidang pendidikan memberikan kontribusi dalam menciptakan nilai tambah bagi suatu institusi pendidikan karena meningkatkan kinerja dan memungkinkan berbagai aktivitas dilaksanakan dengan cepat, tepat dan akurat. Sistem informasi menawarkan sinergi dan efisiensi informasi pada suatu organisasi (Dewett & Jones, 2001). Dengan SI, mahasiswa dan dosen dapat mencari dan menyerap pengetahuan untuk menjalankan pekerjaannya atau menyelesaikan masalah-masalah dalam pekerjaannya. Sistem informasi juga menawarkan kemudahan komunikasi dengan memperpendek jarak dan mempersingkat waktu penyampaian informasi sehingga akan tercipta efisiensi komunikasi. Gupta *et al.* (2007) menyatakan bahwa SI akan lebih mendorong pengaruh nilai-nilai budaya yang akan meningkatkan efisiensi dan inovasi pada organisasi. Dengan adanya SI maka perguruan tinggi menyediakan lebih banyak informasi yang mendukung visi, misi, tujuan dan strategi perguruan tinggi.

Sistem informasi adalah sebuah rangkaian prosedur formal di mana data dikumpulkan, diproses menjadi informasi, dan didistribusikan kepada para penggunanya. Kriteria dari sistem informasi yang baik antara lain adalah fleksibel, efektif dan efisien (Davis, 1989). Dengan memanfaatkan SI tersebut maka organisasi akan lebih kompetitif dalam menghadapi perkembangan teknologi informasi (Al-Gahtani, 2004). Menurut Gupta *et al.* (2007), kepuasan pengguna SI merupakan suatu ukuran efektivitas SI, sehingga efektivitas SI secara positif dihubungkan dengan kepuasan pemakai. Kettinger dan Lee (1995) menyatakan bahwa sistem informasi manajemen harus dioperasikan pada lingkungan yang berorientasi pada pasar (*market-oriented environment*) di mana memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap kebutuhan dan harapan pengguna.

Efektivitas sistem informasi merupakan upaya suatu organisasi untuk memanfaatkan kemampuan dan potensi sistem informasi yang dimiliki untuk mencapai tujuan (Simatupang & Akib, 2007). Suatu organisasi mempunyai sistem informasi yang efektif apabila dengan menggunakan SI tersebut maka tujuan organisasi dapat tercapai. Berdasarkan hasil penelitian sistem informasi dalam bidang pendidikan, SI semakin banyak digunakan dan sering dijumpai penggunaannya, hal ini menunjukkan begitu luasnya penerimaan penggunaan sistem informasi di kalangan mahasiswa (Ramayah *et al.*, 2003). Hal ini didukung oleh penelitian Gupta *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa adanya hubungan positif signifikan antara penggunaan SI dengan efektivitas SI.

### Umpan Balik Pembelajaran

Umpan balik atau *feed back* dalam proses belajar mengajar adalah segala informasi yang berhasil diperoleh selama proses pendidikan yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk perbaikan masukan dan transformasi yang ada dalam proses belajar mengajar (Dimiyati & Mujiono, 2009). Umpan balik berperan penting bagi mahasiswa dan dosen. Pengertian umpan balik dalam konteks ini adalah penilaian terhadap proses pembelajaran yang terjadi dalam periode waktu tertentu. Melalui umpan balik ini, seorang dosen dapat mengetahui sejauh mana bahan yang telah diajarkan dapat dikuasainya.

Tulgan (1999) berpendapat bahwa umpan balik adalah suatu bentuk komunikasi yang reaktif, yang merupakan respons terhadap berbagai jenis tindakan atau masukan. Umpan balik digambarkan sebagai

suatu proses mengidentifikasi kesenjangan antara kinerja yang diinginkan dan yang nyata, memberikan cara bagaimana siswa dapat menyelesaikan atau menghilangkan kesenjangan tersebut (Joghin, 2009). Allin dan Turnock (2007) mengemukakan bahwa umpan balik yang diberikan harus jelas, spesifik, bersifat personal, dan jujur. Oleh karena itu, beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memberikan umpan balik yang berkualitas

Dihoff *et al.* (2003) berpendapat bahwa pemberian umpan balik dapat memperbaiki pengelolaan kelas dan meningkatkan interaksi mahasiswa dalam kelas, serta meningkatkan kinerja mahasiswa. Adanya umpan balik sebagai evaluasi akan memudahkan kegiatan perbaikan pendidikan. Ini sesuai dengan pendapat Harjanto (2005) yang mengatakan bahwa umpan balik adalah informasi yang diperoleh dari pelaksanaan sebelumnya yang berguna untuk perbaikan, informasi ini berlangsung terus menerus sepanjang proses berlangsung. Bloom *et al.* (1981) menyarankan untuk melakukan evaluasi proses perkuliahan, diperlukan umpan balik. Pemberian umpan balik dapat dilakukan secara langsung maupun tak langsung terhadap proses perkuliahan. Pemberian umpan balik diharapkan dapat berfungsi sebagai penguatan

(*reinforcement*). Sedangkan tujuan pemberian penguatan adalah agar kondisi/tingkah laku yang baik dapat diteruskan dan yang kurang baik dapat dicegah atau diperbaiki (Lidgren, 1980)

## METODOLOGI PENELITIAN

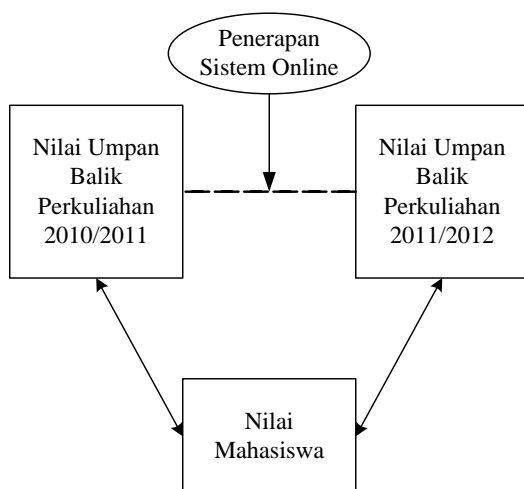
### Desain Penelitian

Dalam penelitian ini, data diperoleh dari data sekunder, yaitu hasil umpan balik perkuliahan yang diampu oleh dosen yang sama pada waktu sebelum dan sesudah penerapan sistem online. Mata kuliah diambil secara acak dari semua fakultas yang ada di Unika Atma Jaya kecuali fakultas kedokteran (FK). FK tidak diikutsertakan dalam penelitian ini karena memiliki sistem umpan balik yang berbeda dengan fakultas lain dan masih dilakukan secara manual. Alat statistik *independence t-test* digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan hasil umpan balik/evaluasi perkuliahan secara manual dan online pada semester ganjil maupun genap. Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara hasil umpan balik perkuliahan tersebut dengan nilai mahasiswa. Kerangka/ pola pemikiran dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

### Hipotesis

Dua hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

- 1.Ho : Tidak ada perbedaan antara rata-rata nilai umpan balik mahasiswa tahun ajaran 2010/2011 (sistem manual) dengan tahun ajaran 2011/2012 (sistem online).  
Ha : Ada perbedaan antara rata-rata nilai umpan balik mahasiswa tahun ajaran 2010/2011 (sistem manual) dengan tahun ajaran 2011/2012 (sistem online).
- 2.Ho : Tidak ada korelasi antara nilai umpan balik mahasiswa dengan nilai mahasiswa.  
Ha : Ada korelasi antara nilai umpan balik mahasiswa dengan nilai mahasiswa.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Normalitas

Uji normalitas data dimaksudkan untuk memperlihatkan bahwa data sekunder yang digunakan (nilai umpan balik) berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Uji distribusi normal sangat penting dilakukan karena mengukur apakah data kita memiliki distribusi normal sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik. Pengujian distribusi normal dengan SPSS 17.0 menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Uji Kolmogorov-Smirnov dipilih karena sampel yang digunakan merupakan sampel besar ( $n > 15$ ). Pada hasil pada Tabel 1, diperoleh nilai signifikansi  $p = 0,200$ , sehingga  $p > \alpha$  (0.05). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Tabel 1. Uji Normalitas Data Nilai Umpan Balik

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Umpan Balik	Ganjil 2010/2011	.122	34	.200*	.925	34	.023
	Genap 2010/2011	.120	34	.200*	.935	34	.044
	Ganjil 2011/2012	.110	34	.200*	.974	34	.567
	Ganjil 2011/2012	.119	34	.200*	.971	34	.490

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Uji Homogenitas Varians dan Uji Beda Sebelum dan Sesudah Penerapan Sistem Online

Sebelum dilakukan uji beda (dengan *t-test*), sebelumnya dilakukan uji kesamaan varian (homogenitas) dengan *F test (Levene's test)*, artinya jika varian sama maka uji t menggunakan *equal variance assumed* (diasumsikan varian sama) dan jika varian berbeda menggunakan *equal variance not assumed* (diasumsikan varian berbeda). Dari hasil output SPSS pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa nilai probabilitas (signifikansi) dengan *equal variance assumed* (diasumsikan kedua varian sama) adalah 0,126 dan 0,198 lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa kedua varian sama (varian nilai umpan balik ganjil 2010-ganjil 2011 dan genap 2010-genap 2011 adalah sama). Dengan ini penggunaan uji t menggunakan *equal variance assumed* (diasumsikan kedua varian sama).

Uji t digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel. Jika ada perbedaan, rata-rata manakah yang lebih tinggi atau rendah. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

#### 1. Menentukan Hipotesis

Ho : Tidak ada perbedaan antara rata-rata nilai umpan balik mahasiswa tahun ajaran 2010/2011 (sistem manual) dengan tahun ajaran 2011/2012 (sistem online).

Ha : Ada perbedaan antara rata-rata nilai umpan balik mahasiswa tahun ajaran 2010/2011 (sistem manual) dengan tahun ajaran 2011/2012 (sistem online).

#### 2. Menentukan tingkat signifikansi $\alpha$

Pengujian menggunakan uji dua sisi dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Tingkat signifikansi dalam hal ini berarti kita mengambil risiko salah dalam mengambil keputusan untuk menolak hipotesis yang benar sebanyak-banyaknya 5%

#### 3. Kriteria Pengujian.

Berdasar nilai probabilitas: Ho diterima jika nilai p value  $> \alpha$  dan Ho ditolak jika p value  $< \alpha$

#### 4. Membandingkan nilai probabilitas (Lihat Tabel 2 dan 3).

P value semester ganjil  $0,958 > 0,05$  dan semester genap  $0,110 > 0,05$ , maka Ho diterima.

#### 5. Kesimpulan

Oleh karena nilai p value ( $0,958 > 0,05$ ) dan ( $0,110 > 0,05$ ) maka Ho diterima, artinya bahwa tidak terdapat perbedaan antara rata-rata nilai umpan balik mahasiswa tahun ajaran 2010/2011 (sistem manual) dengan tahun ajaran 2011/2012 (sistem online) baik di semester ganjil maupun genap.

Tabel 2. Uji Homogenitas Varians dan Uji *t-test* Semester Ganjil 2010/2011 dan 2011/2012



		Nilai Umpan Balik		
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed	
Levene's Test for Equality of Variances	F	2.401		
	Sig.	.126		
t-test for Equality of Means	t	-.052	-.052	
	df	66	58.957	
	Sig. (2-tailed)	.958	.958	
	Mean Difference	-.00353	-.00353	
	Std. Error Difference	.06739	.06739	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-.13807	-.13837
		Upper	.13101	.13131

Tabel 3. Uji Homogenitas Varians dan Uji *t-test* Semester Genap 2010/2011 dan 2011/2012

		Nilai Umpan Balik		
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed	
Levene's Test for Equality of Variances	F	1.694		
	Sig.	.198		
t-test for Equality of Means	t	1.618	1.618	
	df	66	60.625	
	Sig. (2-tailed)	.110	.111	
	Mean Difference	.09559	.09559	
	Std. Error Difference	.05908	.05908	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-.02236	-.02256
		Upper	.21354	.21373

### Uji Korelasi Nilai Umpan Balik dan Nilai Mahasiswa

Analisis korelasi merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih yang bersifat kuantitatif. Semakin besar koefisien korelasi maka semakin besar keterkaitan perubahan suatu variabel dengan variabel yang lain. Dengan kata lain kita dapat mengetahui apakah adanya perubahan pada sebuah variabel disebabkan atau akan diikuti dengan perubahan variabel lain. Dari penelitian ini, populasi datanya adalah data umpan balik dan nilai mahasiswa Unika Atma Jaya tahun ajaran 2011/2012 dan sampel yang diambil dari penelitian ini adalah data dari 229 mahasiswa Unika Atma Jaya, jadi apakah hubungan yang terjadi atau kesimpulan yang diambil dapat berlaku untuk populasi yaitu seluruh mahasiswa Unika Atma Jaya. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

#### 1. Menentukan Hipotesis

Ho : Tidak ada hubungan secara signifikan antara nilai umpan balik dengan nilai mahasiswa

Ha : Ada hubungan secara signifikan antara nilai umpan balik dengan nilai mahasiswa

#### 2. Menentukan tingkat signifikansi $\alpha$

Pengujian menggunakan uji dua sisi dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Uji dilakukan 2 sisi karena untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang signifikan. Tingkat signifikansi dalam hal ini berarti kita mengambil risiko salah dalam mengambil keputusan untuk menolak hipotesis yang benar sebanyak-banyaknya 5%

#### 3. Kriteria Pengujian

Ho diterima jika signifikansi  $> 0,05$  dan Ho ditolak jika signifikansi  $< 0,05$

#### 4. Membandingkan signifikansi $\alpha$ dan p value

Nilai p value  $0,046 < 0,05$ , maka Ho ditolak. (Lihat Tabel 4)

#### 5. Kesimpulan

Oleh karena nilai signifikansi ( $0,046 < 0,05$ ) maka Ho ditolak, artinya bahwa ada hubungan secara signifikan antara nilai umpan balik dengan nilai mahasiswa. Karena koefisien korelasi nilainya positif, maka berarti nilai umpan balik berhubungan positif dan signifikan terhadap

nilai yang didapat mahasiswa. Jadi dalam penelitian ini disimpulkan bahwa nilai umpan balik berhubungan positif terhadap nilai mahasiswa pada mahasiswa Unika Atma Jaya.

Tabel 4. Uji Korelasi Nilai Umpan Balik dan Nilai Mahasiswa

		Nilai Umpan Balik	Nilai Mata Kuliah
Nilai Umpan Balik	Pearson Correlation	1	.132*
	Sig. (2-tailed)		.046
	N	229	229
Nilai Mata Kuliah	Pearson Correlation	.132*	1
	Sig. (2-tailed)	.046	
	N	229	229

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dari hasil analisis korelasi (Tabel 4) didapat koefisien korelasi antara nilai umpan balik nilai mahasiswa sebesar 0,132. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan (meskipun rendah) antara nilai umpan balik dengan nilai mahasiswa belajar. Sedangkan arah hubungan adalah positif karena nilai *Pearson correlation* (r) positif, berarti semakin tinggi nilai umpan balik maka semakin meningkatkan nilai mahasiswa. Artinya proses belajar mengajar yang baik (yang tercermin dari hasil umpan balik) dapat meningkatkan nilai mahasiswa.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut. Dari hasil hipotesis pertama menunjukkan bahwa rerata skor umpan balik, baik sebelum maupun sesudah penerapan sistem online tidak berbeda berarti pada tingkat signifikansi 5%. Nilai umpan balik baik yang diberikan mahasiswa di semester ganjil maupun genap juga tidak berbeda untuk dosen pengampu mata kuliah yang sama. Hal ini berarti perubahan sistem umpan balik (manual ke online) tidak mempengaruhi penilaian mahasiswa terhadap proses belajar mengajar suatu mata kuliah. Sistem umpan balik secara online memang diperlukan untuk menjawab kebutuhan akan efisiensi, kecepatan dan kemudahan pengisian dan pengolahan nilai umpan balik.

Dari penelitian juga diperoleh informasi bahwa terdapat bahwa terjadi hubungan antara nilai umpan balik dengan nilai mahasiswa belajar dengan nilai koefisien korelasi 0,132. Penerapan sistem umpan balik sebagai evaluasi perkuliahan dapat meningkatkan hasil pembelajaran mata kuliah. Implikasi dari hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi dosen pengasuh mata kuliah bahwa kualitas proses belajar mengajar (tercermin dalam nilai umpan balik dari mahasiswa) memberikan dampak positif bagi kinerja mahasiswa (tercermin dalam nilai mahasiswa) sehingga para dosen diharapkan dapat selalu meningkatkan kualitas proses belajar mengajar dalam mata kuliah yang diampunya.

Berdasarkan penelitian ini dapat diajukan saran-saran antara lain: (1) Bagi dosen, nilai umpan balik yang diperoleh dapat digunakan sebagai tolok ukur evaluasi diri seberapa efektif dosen menyampaikan materi kepada para mahasiswanya. Untuk itu sebaiknya dosen yang bersangkutan telah memiliki kreativitas yang berhubungan dengan metode-metode pembelajaran yang ada, (2) Perlu adanya dukungan fasilitas infrastruktur terutama yang berkaitan dengan teknologi informasi memegang peranan penting dalam menunjang efektivitas sistem umpan balik secara online sehingga harus benar-benar diperhatikan kesiapannya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada Fakultas Teknik dan LPPM Unika Atma Jaya Jakarta atas dukungan dana dan fasilitas serta Pusat Komputer Unika Atma Jaya atas bantuan informasi dan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allin, L. & Turnock, C. (2007). *Assessing student performance in work-based learning*. retrieved from www.practicebasedlearning.org.
- Al-Gahtani, S.S. (2004). Computer technology acceptance success factors in Saudi Arabia: An exploratory study. *Journal of Global Information Technology Management*, 7(1), 5-12.
- Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi. (2008). *Buku 3 Akreditasi Program Studi Sarjana*.
- Bloom, B.S., Madaus, G.F., & Hastings, J.T.(1981). *Evaluation to improve learning*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and acceptance of information system technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-339.
- Dihoff, R. E., Brosvic, G M., & Epstein, M. L. (2003). The role of feedback during academic testing: the delay retention effect revisited. *The Psychological Record*, 53(4), 533-548
- Dimiyati, & Mudijono. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Dewett, T., & Jones, G R., (2001). The role of IT in the organization: A review, model, and assessment. *Journal of Management*, 27(3), 313-345.
- Falahah, & Rijayana, I. (2011). Evaluasi implementasi sistem informasi dengan pendekatan *utility system*. *Jurnal Ilmiah Kursor*, 6(2), 83-92.
- Gupta M.P., Kanungo, S., Kumar, R., & Sahu, G.P. (2007). A study of information technology effectiveness in select government organizations in India. *Vikalpa*, 32(2), 7-21
- Ghozali, I., (2009). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang : BP UNDIP.
- Harjanto. (2005). *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- International Organization for Standardization, *Quality Management System ISO 9001: 2008 – The Requirement*.
- Joughin, G. (2009). *Assessment, learning and judgment in higher education*. Australia: CEDIR, University of Wollongong.
- Kettinger, W.J., & Lee, C.C. (1995). Perceived service quality and user satisfaction with the information services function. *Decision Sciences*, 25(5-6), 737-766.
- Lidgren, H.C. (1980). *Educational psychology in the classroom*. New York: Oxford University Press.
- Rahayudi B., & Sukoharsono E.G. (2008). Pengaruh kompetensi teknologi informasi terhadap keberhasilan penerapan sistem informasi. *Jurnal Ilmiah Kursor*, 4, 8-14.
- Ramayah, T., Jantan, M. & Aafacqi, B. (2003). Internet usage among students of institutions of higher learning: The role of motivational variables. *The Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on Asian Academy of Applied Business Conference*, Sabah, Malaysia, 10-12<sup>th</sup> July, 2003.
- Simatupang, P., & Akib, H. (2007). Potret efektivitas organisasi publik: Review hasil penelitian. *Manajemen Usahawan Indonesia*, 36(1), 35-41.
- Tulgan, B. (1999). *FAST feedback*. Massachusetts: HRD Press, Inc.