

ISSN 1693-8917



9 771693 891145

- Implementasi Teknologi CNC dalam Desain Arsitektur  
(*CNC Technology Implementation in Architectural Design*)
- Studi Fasa Sigma terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Baja Duplex S239
- Evaluasi Ergonomi Desain Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke dengan Model Tempat Duduk dan Stang Kemudi Fleksibel Berbasis *Software* Catia V5R14
- Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Bakar Pertalite dengan Ethanol terhadap Performa Mesin Si (*Spark Ignition*) FI-125cc 4 Langkah 1 Silinder
- Ekstrasi Ciri Normal dan Arrhythmia Sinyal Jantung Menggunakan Metode Wavelet
- Marketing Strategy Design Based On Online Consumer Behaviour for Anime Action Figure at Multi Toys N Game Surabaya
- Konsep Desain Warung Makan di Perumahan Kampung Pahlawan VII sebagai Pemenuhan Kebutuhan Konsumsi Wisatawan Religi Makam Malik Ibrahim Gresik (Studi Kasus : Warung Makan di Rumah Bapak Muchsin)
- Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan Webcam  
(*Design Language Signal Recognition Applications Using Webcam*)
- Faktor Sosial Ekonomi yang Berpengaruh terhadap Produksi dan Keuntungan Usahatani Buah Jeruk Manis dan Naga di Kabupaten Banyuwangi  
(*Socioeconomic Factors Influencing to Production and Profit of Sweet Citrus Fruits and Fruit Dragon in Banyuwangi*)
- Pengaruh *Non Value-Added Activity* terhadap *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE) Proses Produksi Kapal  
(*The Influence of Non Value-Added Activity to Manufacturing Cycle Effectiveness of Ship Production Process*)

### Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta (KOPERTIS) Wilayah VII

J. Saintek	Vol. 14	No. 2	Hal. 51–110	Surabaya Des 2017	ISSN 1693-8917
------------	---------	-------	-------------	----------------------	-------------------

# SAINTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa

---

Volume 14, Nomor 2, Desember 2017

---

Diterbitkan oleh Kopertis Wilayah VII sebagai terbitan berkala yang menyajikan informasi dan analisis persoalan ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa.

Kajian ini bersifat ilmiah populer sebagai hasil pemikiran teoretik maupun penelitian empirik. Redaksi menerima karya ilmiah/hasil penelitian atau artikel, termasuk ide-ide pengembangan di bidang ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa. Untuk itu SAINTEK mengundang para intelektual, ekspertis, praktisi, mahasiswa serta siapa saja berdialog dengan penuangan pemikiran secara bebas, kritis, kreatif, inovatif dan bertanggung jawab. Redaksi berhak menyingkat dan memperbaiki karangan itu sejauh tidak mengubah tujuan isinya. Tulisan-tulisan dalam artikel SAINTEK tidak selalu mencerminkan pandangan redaksi. Dilarang mengutip, menterjemahkan atau memperbanyak kecuali dengan izin redaksi.

---

## PELINDUNG

Prof. Dr. Ir. Suprpto, DEA  
(Koordinator Kopertis Wilayah VII)

## REDAKTUR

Prof. Dr. Ali Maksum  
(Sekretaris Pelaksana Kopertis Wilayah VII)

## PENYUNTING/EDITOR

Prof. Dr. Ir. Achmadi Susilo, MS.; Prof. Dr. Djwantoro Hardjito, M.Eng.;  
Dr. Antok Supriyanto, M.MT.; Drs. Ec. Purwo Bkti, M.Si.;  
Drs. Supradono, MM.; Suyono, S.Sos., M.Si.;  
Thohari, S.Kom.; Muhammad Machmud, S.Kom.

## DESAIN GRAFIS & FOTOGRAFER

Dhani Kusuma Wardhana, A.Md.; Sutipah

## SEKRETARIAT

Indra Zainun Muttaqien, ST.; Soetjahyono

---

## Alamat Redaksi:

Kantor Kopertis Wilayah VII Seksi Sistem Informasi  
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 177 Surabaya  
Telp. (031) 5925418-19, 5947473 psw. 120 Fax. (031) 5947479  
Situs Web: <http://www.kopertis7.go.id>, E-mail: [jurnal@kopertis7.go.id](mailto:jurnal@kopertis7.go.id)



# SAINTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa

Volume 14, Nomor 2, Desember 2017

## DAFTAR ISI (CONTENTS)

	Halaman (Page)
1 Implementasi Teknologi CNC dalam Desain Arsitektur ( <i>CNC Technology Implementation in Architectural Design</i> ) <b>Bramasta Putra Redyantanu</b> .....	51–56
2 Studi Fasa Sigma terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Baja Duplex S239 <b>Dian Mughni Fellicia, Budi Agung Kurniawan, Sutarsis, Gafriansyah Rabbani</b> .....	57–64
3 Evaluasi Ergonomi Desain Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke dengan Model Tempat Duduk dan Stang Kemudi Fleksibel Berbasis <i>Software</i> Catia V5R14 <b>Eko Siswono, Mulyadi</b> .....	65–68
4 Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Bakar Pertalite dengan Ethanol terhadap Performa Mesin Si ( <i>Spark Ignition</i> ) FI-125cc 4 Langkah 1 Silinder <b>Gatot Setyono, Dwi Khusna</b> .....	69–73
5 Ekstraksi Ciri Normal dan Arrhythmia Sinyal Jantung Menggunakan Metode Wavelet <b>Hindarto Hindarto, Izza Anshory, Ade Efiyanti</b> .....	74–78
6 Marketing Strategy Design Based On Online Consumer Behaviour for Anime Action Figure at Multi Toys N Game Surabaya <b>I Made Ronyastra, Vicio Rizky Damar, Gunawan</b> .....	79–82
7 Konsep Desain Warung Makan di Perumahan Kampung Pahlawan VII sebagai Pemenuhan Kebutuhan Konsumsi Wisatawan Religi Makam Malik Ibrahim Gresik (Studi Kasus: Warung Makan di Rumah Bapak Muchsin) <b>Ika Ratniarsih, Cindhi Dwi Permatasari</b> .....	83–89
8 Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan <i>Webcam</i> ( <i>Design Language Signal Recognition Applications Using Webcam</i> ) <b>Mimin F Rohmah, Ronny M Akbar, Dewi Puji P</b> .....	90–96
9 Faktor Sosial Ekonomi yang Berpengaruh terhadap Produksi dan Keuntungan Usahatani Buah Jeruk Manis dan Naga di Kabupaten Banyuwangi ( <i>Socioeconomic Factors Influencing to Production and Profit of Sweet Citrus Fruits and Fruit Dragon in Banyuwangi</i> ) <b>Syamsul Hadi</b> .....	97–105
10 Pengaruh <i>Non Value-Added Activity</i> terhadap <i>Manufacturing Cycle Effectiveness</i> (MCE) Proses Produksi Kapal ( <i>The Influence of Non Value-Added Activity to Manufacturing Cycle Effectiveness of Ship Production Process</i> ) <b>Muhammad Riyadi</b> .....	106–110



## PANDUAN UNTUK PENULISAN NASKAH

---

Jurnal ilmiah SAINTEK adalah publikasi ilmiah enam bulanan yang diterbitkan oleh Kopertis Wilayah VII. Untuk mendukung penerbitan selanjutnya redaksi menerima artikel ilmiah yang berupa hasil penelitian empiris dan artikel konseptual dalam bidang Ilmu Teknik dan Rekayasa, termasuk bidang Ilmu Pertanian.

Naskah yang diterima hanya naskah asli yang belum pernah diterbitkan di media cetak dengan gaya bahasa akademis dan efektif. Naskah terdiri atas:

1. Judul naskah maksimum 15 kata, ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris tergantung bahasa yang digunakan untuk penulisan naskah lengkapnya. Jika ditulis dalam bahasa Indonesia, disertakan pula terjemahan judulnya dalam bahasa Inggris.
2. Nama penulis, ditulis di bawah judul tanpa disertai gelar akademik maupun jabatan. Di bawah nama penulis dicantumkan instansi tempat penulis bekerja.
3. Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris tidak lebih dari 200 kata diketik 1 (satu) spasi. Abstrak harus meliputi intisari seluruh tulisan yang terdiri atas: latar belakang, permasalahan, tujuan, metode, hasil analisis statistik, dan kesimpulan, disertakan pula kata kunci e.
4. Artikel hasil penelitian berisi: judul, nama penulis, abstrak, pendahuluan, materi, metode penelitian, hasil penelitian, pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.
5. Artikel konseptual berisi: judul, nama penulis, abstrak, pendahuluan, analisis (kupasan, asumsi, komparasi), kesimpulan dan daftar pustaka.
6. Tabel dan gambar harus diberi nomor secara berurutan sesuai dengan urutan pemunculannya. Setiap gambar dan tabel perlu diberi penjelasan singkat yang diletakkan di bawah untuk gambar. Gambar berupa foto (kalau ada), disertakan dalam bentuk mengkilap (gloss).
7. Pembahasan berisi tentang uraian hasil penelitian, bagaimana penelitian yang dihasilkan dapat memecahkan masalah, faktor-faktor apa saja yang memengaruhi hasil penelitian dan disertai pustaka yang menunjang.

8. Daftar pustaka, ditulis sesuai aturan penulisan Vancouver, disusun berdasarkan urutan kemunculannya bukan berdasarkan abjad. Untuk rujukan buku urutannya sebagai berikut: nama penulis, editor (bila ada), judul buku, kota penerbit, tahun penerbit, volume, edisi, dan nomor halaman. Untuk terbitan berkala urutannya sebagai berikut: nama penulis, judul tulisan, judul terbitan, tahun penerbitan, volume, dan nomor halaman.

### Contoh penulisan Daftar Pustaka:

1. Grimes EW, **A use of freeze-dried bone in Endodontic**, J. Endod, 1994: 20: 355–6
2. Cohen S, Burn RC, **Pathways of the pulp**. 5<sup>th</sup> ed., St. Louis; Mosby Co 1994: 127–47
3. Morse SS, **Factors in the emergence of infectious disease**. Emerg Infect Dis (serial online), 1995 Jan-Mar, 1(1): (14 screen). Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>. Accessed Desember 25, 1999.

Naskah diketik 2 (dua) spasi 12 pitch dalam program MS Word dengan susur (margin) kiri 4 cm, susur kanan 2,5 cm, susur atas 3,5 cm, dan susur bawah 2 cm, di atas kertas A4.

Setiap halaman diberi nomor halaman, maksimal 12 halaman (termasuk daftar pustaka, tabel, dan gambar), naskah dikirim melalui E-mail [jurnal@kopertis7.go.id](mailto:jurnal@kopertis7.go.id).

Redaksi berhak memperbaiki penulisan naskah tanpa mengubah isi naskah tersebut. Semua data, pendapat atau pernyataan yang terdapat pada naskah merupakan tanggung jawab penulis. Naskah yang tidak sesuai dengan ketentuan redaksi akan dikembalikan.

### Redaksi/Penerbit:

Kopertis Wilayah VII  
d/a Seksi Sistem Informasi  
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 177 Surabaya  
Telp. (031) 5925418-19, 5947473 psw. 120  
Hp. 08155171928 (Suyono)  
Fax. (031) 5947479  
E-mail: [jurnal@kopertis7.go.id](mailto:jurnal@kopertis7.go.id)  
Homepage: [www.kopertis7.go.id](http://www.kopertis7.go.id).





# Implementasi Teknologi CNC dalam Desain Arsitektur

## CNC Technology Implementation in Architectural Design

**Bramasta Putra Redyantanu**  
Universitas Kristen Petra

### ABSTRAK

*Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi ragam jenis pemanfaatan teknologi CNC (Computer Numerical Control) dalam dunia desain arsitektur. Teknologi komputasi semakin lama semakin berkembang, tidak terkecuali dalam pabrikasi komponen yang berbasis digital. Berbagai olahan bentuk dan pola yang dahulu sulit sekali diterapkan dalam realita, dewasa ini sangat terbantu oleh teknologi berbasis komputer dengan sistem kontrol numerikal. Sistem kerja komputer ini dapat dikontrol dengan sistem angka numerik yang akurasinya terbilang cukup tinggi. Eksplorasi dalam desain pun sangat terbantu dan semakin meluas, termasuk dalam dunia arsitektur. Berbagai ide menarik, baik dalam analisis, proses, simulasi, sampai pada penerapannya pada desain dapat diakomodasi dengan mudah. Ragam implementasi ini dieksplorasi, dengan memakai studi kasus dari beberapa penerapan yang ada dalam dunia arsitektur sendiri. Tujuan dari studi ini adalah mendokumentasikan variasi aplikasi dari penggunaan teknologi CNC ke dalam proses dan implementasi desain, dengan melihat kelebihan pada masing-masing bagiannya.*

**Kata kunci:** Implementasi Teknologi CNC, Desain Arsitektur, Desain Digital

### ABSTRACT

*This study aims to explore the variety of CNC (Computer Numerical Control) technology implementation in the world of architectural design. Computing technology is growing rapidly, including in manufacturing process of digital based components. Various type of forms and patterns that used to be very difficult to apply in reality, now is very easy with the help of computer based numerical technology system. Computer working system that can be controlled with numerical system has high accuracy. Exploration in the process of design, including in architectural design is greatly facilitated. Interesting ideas, whether in analysis, process, simulation, until application of the design can be easily accommodated. These various implementations are explored, using case studies of some applications in the world of architectural design itself. The goal is to document the variations of CNC applications in the process and applications of architectural design, by considering the pros of it.*

**Keywords:** CNC Technology Implementation, Architectural Design, Digital Design

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer, khususnya CNC (*Computer Numerical Control*) dewasa ini sangatlah pesat. Pengertian CNC sendiri adalah proses operasi sebuah mesin mekanikal untuk kegiatan produksi yang sepenuhnya dikontrol dengan menggunakan komputer berbasis data berupa angka-angka. Semakin populernya teknik manufaktur ini, berdampak pada semakin banyaknya juga variasi penerapannya dalam dunia desain berbasis digital. Desain grafis, produk, interior, sampai arsitektur tidak luput dari penggunaan teknologi ini. Menurut Materns dan Brown (2005)<sup>1</sup>, proses desain ini dikenal dengan istilah CAD (*computer aided design*) sedangkan proses manufakturnya diistilahkan dengan CAM (*computer aided manufacture*). CAD adalah geometri digital, baik 2 dimensi (vektor) ataupun 3 dimensi (permukaan dan padat) yang memiliki properti lebih seperti dimensi, material dan lain sebagainya. Sedangkan CAM adalah proses mengonversi data digital tersebut ke dalam proses produksi, salah satunya dengan teknologi CNC. Awalnya, desain arsitektur berproses secara manual. Gambar diciptakan secara manual, kemudian diimplementasikan ke lapangan. Sedangkan

sekarang, dengan bantuan teknologi digital, proses tersebut menjadi sangat bervariasi.

Menurut Szalapaj (2005)<sup>2</sup>, peran dari penggunaan teknologi digital dalam bidang arsitektur adalah :

1. Alat bantu presentasi desain
2. Alat bantu simulasi
3. Alat bantu evaluasi
4. Penghubung desain ke penerapan
5. Penerjemah informasi berbasis digital ke dalam proses manufaktur

Menurut Dani Hermawan (2008), <http://www.iaijabar.org/ruang-publikasi/1237-teknologi-digital-disain-arsitektur.html> (Diakses 05 Sept 2017)<sup>3</sup> peran teknologi digital dalam proses desain arsitektur di atas kemudian dapat disederhanakan menjadi analisa, eksplorasi, simulasi serta aplikasi.

CNC secara umum merupakan teknik konversi data digital ke dalam proses manufaktur yang sifatnya mekanikal. Sehingga apabila ditinjau dari 4 proses utama desain arsitektur di atas, maka kategori implementasinya akan dapat disempitkan menjadi kategori tahapan **proses desain** (analisa, eksplorasi, dan simulasi) serta tahapan **penerapan desain** (aplikasi). Kedua tahap itu membutuhkan teknologi yang dapat memudahkan

konversi data digital ke bentukan fisik. Hal ini disebabkan mayoritas desain arsitektur akhir-akhir ini dihasilkan dari data digital.

Penerapan CNC dalam **proses desain** maupun **penerapan desain** ternyata sudah cukup banyak. Produksi alat simulasi, eksplorasi varian desain, sampai pada produksi bagian bangunan seperti fasade dan elemen dekoratif, merupakan contoh nyata penerapannya. Studi ini menampilkan variasi terkategori dalam proses dan penerapan dari beberapa contoh yang mewakili tiap kategori tersebut. Dari dokumentasi variasi penggunaan teknik CNC ini, diharapkan dapat dilihat seberapa besar peran teknologi tersebut, serta kelebihan atau keuntungan secara spesifik yang muncul pada tiap tahapannya.

## METODE

Studi ini merupakan studi eksplorasi yang bersifat kualitatif. Dari kumpulan hasil eksplorasi data literature sekunder berupa desain arsitektural, kemudian akan diklasifikasikan ke dalam kategori proses desain dan penerapan desain. Kategori proses desain merupakan segala penerapan teknologi CNC yang berlangsung sebelum desain final dihasilkan, sedangkan kategori penerapan desain adalah setelah desain diimplementasikan secara nyata pada lapangan.

Studi ini diawali dengan mencoba mendalami cara kerja dari teknologi CNC. Secara umum, banyak keuntungan yang didapat dari menggunakan teknik CNC pada proses konversi data digital ke dalam manufaktur mekanik. Menurut Bosan CB (1998)<sup>4</sup>, teknologi CNC memberikan keuntungan secara umum pada produktivitas yang tinggi, akurasi ketelitian, serta kualitas keseragaman produk massal. Basis desain digital yang digunakan sebagai acuan dalam proses produksi tersebut sangat terbantu dengan teknik CAD, sehingga pemakaian teknologi CNC akan lebih efektif, karena waktu produksi dapat lebih singkat, produktivitas tinggi, serta dapat menekan biaya karena produksi yang cenderung akurat.

Menurut W.T.Bhirawa (2014)<sup>5</sup>, jenis mesin CNC dibagi ke dalam 2 macam, mesin bubut CNC dan mesin frais CNC. Masing masing pabrikan akan memiliki karakter mesin dan cara kerja tersendiri. Namun secara umum, ada dua sistem yang sering dipakai, yaitu sistem absolut dan sistem incremental. Sistem absolut menempatkan titik awal alat potong dengan acuan titik referensi. Sedangkan sistem incremental, titik awal penempatan alat potong akan selalu berpindah, sehingga titik actual adalah titik terakhir pada proses pemotongan.

Mengacu pada tipe mesin CNC, maka terdapat 2 jenis yang lazim dipakai pada pabrikan besar. Tipe pertama adalah mesin CNC berbasis ukir sinar laser, dengan tiga fungsi utama yaitu memotong, mengukir serta memberi marka atau tanda. Material yang dapat dipakai pada tipe ini antara lain adalah akrilik, kayu, kaca, keramik, plastik,

serta mdf. Tipe kedua adalah mesin CNC berbasis mesin potong router. Perbedaan paling mencolok adalah, alat potong bukan berupa sinar laser, melainkan menggunakan mata bor, yang bergerak dalam 3 aksis. Material yang umum dipakai pada tipe ini adalah akrilik, kayu, keramik, kuningan tembaga, galvalume, lembaran metal.

Berdasarkan paparan di atas, dapat dilihat bahwa material yang dapat diolah dengan menggunakan mesin CNC adalah material yang umum dipakai dalam dunia arsitektur. Kayu, akrilik, kaca, kuningan dan sebagainya, merupakan material yang sangat arsitektural, baik dalam proses desain maupun penerapan desain. Ragam jenis penerapannya serta contoh aplikasi beserta keuntungan yang didapat dari teknologi CNC dalam dunia arsitektur akan dibahas pada bagian berikutnya.

## PEMBAHASAN

Penerapan teknologi berbasis CNC terutama dalam dunia desain arsitektur, telah banyak membawa perkembangan dan keuntungan. Variasi dari desain terus menerus berkembang sejalan dengan variasi dari desain berbasis teknologi digital ini. Pembahasan aplikasi teknologi CNC akan dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu implementasi dalam proses desain dan implementasi pada penerapan desain.

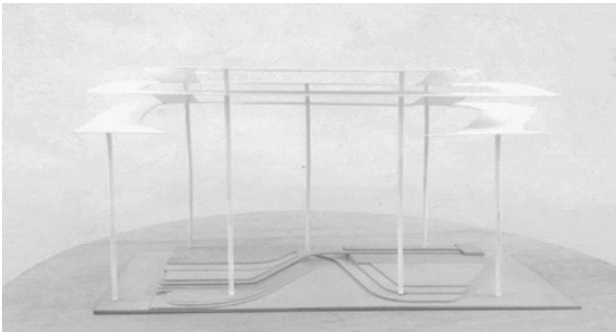
### Implementasi teknologi CNC pada proses desain

Proses desain arsitektur secara umum merupakan pencarian solusi atau alternatif terhadap suatu masalah ataupun konteks tertentu. Teknologi CNC berperan pada produksi objek dari proses desain yang dapat disimulasikan atau dieksplorasi, dari skala bangunan, tapak bangunan, detil bangunan serta bentuk prototipe bangunan. Beberapa peran teknologi CNC dalam proses desain ini antara lain :

#### 1. Model Studi Bentuk Bangunan

Implementasi teknologi CNC yang pertama adalah pada studi model bentuk bangunan. Desain arsitektur sangat erat kaitannya dengan istilah maket model. Maket model adalah sebuah replika bangunan dalam skala kecil, yang dipakai untuk menguji suatu bentuk tertentu dalam desain. Maket model biasanya digunakan perancang untuk dapat membantu merasakan bentuk secara lebih nyata. Peran CNC pada tahap maket studi bentuk adalah mempercepat proses produksi maket. Desain yang secara digital sudah ada, dapat diproduksi ke dalam bentukan nyata pada skala tertentu, baik menggunakan kayu, akrilik, karton, kaca dan sebagainya. Material ini dibentuk dengan data digital sehingga muncul menjadi sebuah bentuk nyata. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 1. Model studi bentuk ini merupakan desain dari firma arsitektur ARA Studio (<https://www.instagram.com/p/BX68vNSn5A1>, diakses 05 September 2017)<sup>6</sup>.

Material yang digunakan adalah papan kayu beserta panel aluminium untuk menstudikan sebuah bentuk bangunan gedung parkir.



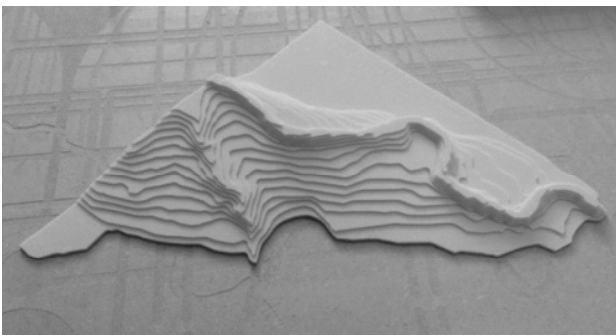
**Gambar 1.** Model bentuk bangunan oleh ARA Studio yang menggunakan CNC (<https://www.instagram.com/p/BX68vNSn5A1>)<sup>6</sup>

## 2. Model Studi Tapak Perancangan

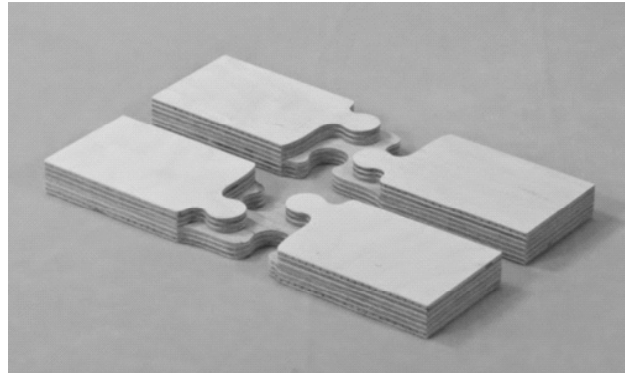
Salah satu tapak yang paling sulit diolah dalam sebuah desain arsitektur adalah tapak berkontur. Tapak ini memiliki karakter berlapis, dimana tiap lapisan akan menunjukkan data elevasi dan topografi tertentu. Tidak jarang, sebuah tapak kontur berperan sangat besar pada bentuk arsitektur yang dihasilkan. Konteks kontur seringkali disimulasikan dengan membuat maket untuk bahan dalam studi desain. Salah satu yang menerapkan teknologi CNC dalam memproduksi maket tapak adalah Sekolah Arsitektur Liverpool, pada Gambar 2 dibawah ini (<https://lsaworkshop.wordpress.com/2014/11/05/blue-foam-cnc-contour-model>, diakses 05 September 2017)<sup>7</sup>. Mereka menggunakan material foam yang dibentuk menyerupai tapak kontur asli dengan skala lebih kecil. Keuntungan yang didapat adalah, dengan menggunakan model nyata, kemiringan serta topografi pada tapak dapat dirasakan lebih nyata dibandingkan hanya mengandalkan model kontur berbasis digital.

## 3. Model Studi Detail Sambungan

Keindahan sebuah karya arsitektur salah satunya adalah pada detail. Pemikiran yang sangat sederhana

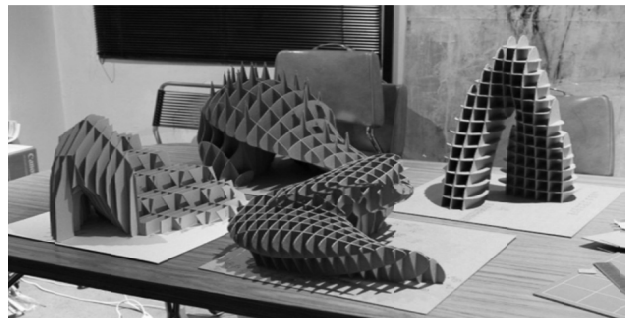


**Gambar 2.** Model studi tapak perancangan kontur yang menggunakan teknologi CNC (<https://lsaworkshop.wordpress.com/2014/11/05/blue-foam-cnc-contour-model>)<sup>7</sup>



**Gambar 3.** Model studi sambungan kayu yang menggunakan teknik CNC (<http://mkmra2.blogspot.co.id/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html>)<sup>8</sup>

namun dapat menyelesaikan masalah terkecil pada bangunan, merupakan sebuah keindahan tersendiri. Salah satu yang memungkinkan untuk didukung dengan teknologi CNC adalah sambungan kayu. Sambungan kayu tanpa bantuan paku, baut dan lain sebagainya, direalisasikan dengan memotong bagian-bagian kayu menjadi potongan yang saling mengunci. Akurasi sangat diperlukan dalam teknik ini, oleh karena itu, teknologi CNC dapat dipakai untuk mensimulasikan sambungan-sambungan kayu. Hal ini dapat terlihat salah satunya pada studi sambungan oleh Mark Meier (<http://mkmra2.blogspot.co.id/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html>, diakses 05 September 2017)<sup>8</sup>. Pada gambar 3 terlihat alternatif sambungan kayu yang diproduksi dengan teknik CNC.



**Gambar 4.** Model studi bentuk organik dari susunan bidang-bidang kardus (<http://www.archiii.com/2013/07/cardboard-exhibition-pods-design-by-todesign-by-horrocks/>)<sup>9</sup>

#### 4. Model Studi Prototipe

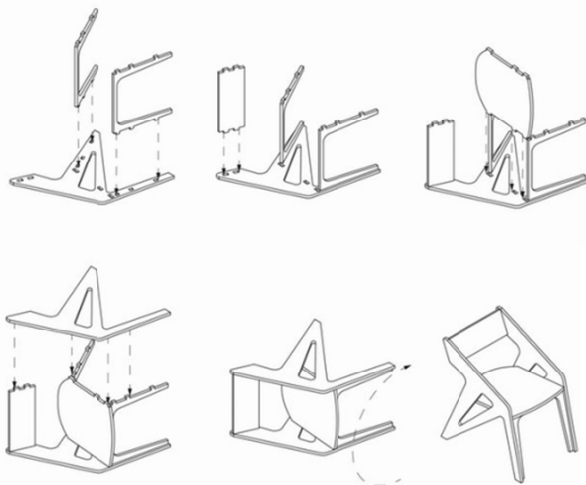
Desain arsitektur erat kaitannya dengan inovasi bentuk. Dengan dukungan teknologi digital, banyak sekali alternatif bentukan baru yang sifatnya organik, tidak kaku dan cenderung plastis. Teknologi CNC mendukung hal tersebut, dengan metode membagi bentukan ke dalam segmen, bentukan organik cukup mudah diproduksi. Seperti desain prototipe yang tertampil pada Gambar 4 ini, karya dari ToDesign (<http://www.archiii.com/2013/07/cardboard-exhibition-pods-design-by-todesign-by-horrocks/>, diakses 05 September 2017)<sup>9</sup>. Eksplorasi bentukan diproduksi dengan teknik CNC pada material karton kardus bersegmen. Segmen tersebut dirangkai sehingga menghasilkan bentukan tertentu.

#### Implementasi CNC pada penerapan desain.

Setelah membahas proses desain pada bagian sebelumnya, implementasi teknologi CNC ternyata tidak terbatas pada hal yang sifatnya pra rancangan. Implementasi pada penerapan desain juga termasuk di dalamnya. Berikut adalah kategori penerapan desain, didasarkan pada ukuran mikro sampai makro pada desain arsitektur.

##### 1. Elemen Furnitur / Perabot

Arsitektur merupakan kesatuan desain ruang, baik dari dalam maupun luar bangunan. Salah satu elemen terkecil pada bangunan adalah furnitur. Teknologi CNC telah banyak dipakai untuk memproduksi furnitur. Salah satu karya desain yang menerapkan teknologi CNC adalah kursi karya Ethan Roethermel. Kursi tersebut merupakan kesatuan dari beberapa bidang yang diproduksi dengan teknologi CNC seperti yang terlihat pada Gambar 5a (bagian) dan 5b (kesatuan) ini (<https://archinect.com/eroethermel/project/cnc-furniture>, diakses 05 September 2017)<sup>10</sup>.



**Gambar 5a.** Perabot kursi yang secara digital dirancang menjadi pecahan bidang (<https://archinect.com/eroethermel/project/cnc-furniture>)<sup>10</sup>



**Gambar 5b.** Perabot kursi yang sudah dirangkai menjadi kesatuan (<https://archinect.com/eroethermel/project/cnc-furniture>)<sup>10</sup>

##### 2. Elemen Interior Bangunan

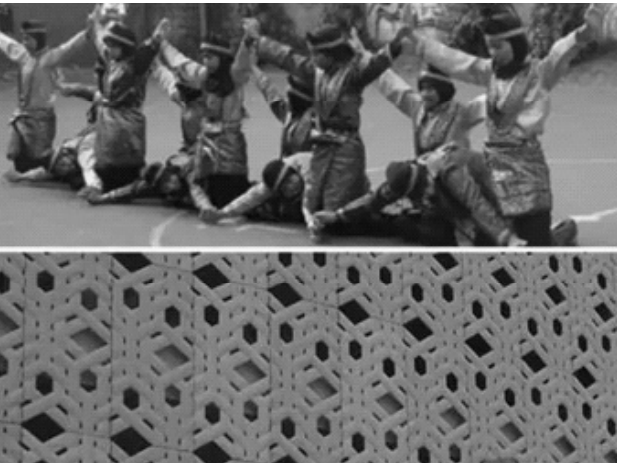
Bagian ruang dalam pada sebuah karya arsitektur seringkali terdiri dari beberapa bagian pembatas. Plafon, dinding partisi, tangga, dan sebagainya merupakan contoh bagian yang dapat dibantu proses produksinya dengan teknik CNC. Seperti yang terlihat pada karya Ben Uyeda ini. Tangga putar ini divariasikan dengan memakai teknik CNC pada bidang kayu. Masing-masing bagian tangga dipecah menjadi lapisan-lapisan yang kemudian dirangkai dengan penyatuan pada sumbu tengah, seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini (<http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase/>, diakses 05 September 2017)<sup>11</sup>.



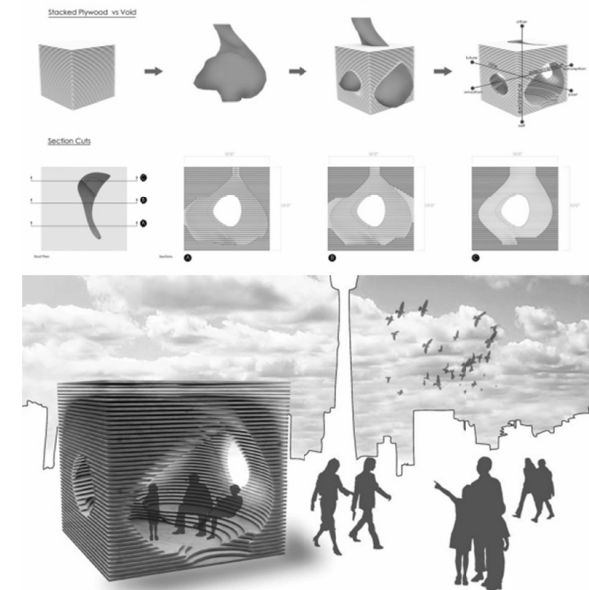
**Gambar 6.** Tangga yang diproduksi dengan teknik CNC karya Ben Uyeda (<http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase/>)<sup>11</sup>

3. Elemen Eksterior Bangunan

Bagian luar pada bangunan seringkali didesain dengan menggunakan teknologi CNC. Kemungkinan yang terbatas pada era sebelumnya, diperluas dengan bantuan teknologi tersebut, sehingga banyak sekali alternatif yang dapat muncul sebagai bagian penutup bangunan. Fasade, merupakan hal yang paling sering dieksplorasi polanya dengan menggunakan teknologi CNC. Salah satunya adalah desain karya firma arsitektur URBANE di Aceh. Bangunan Museum Tsunami Aceh didesain dengan mentransformasi pola tarian saman menjadi pola fasade yang dilubangi dengan teknik CNC seperti yang terlihat pada Gambar 7 (<https://dekdun.wordpress.com/2011/09/09/aceh-tsunami-museum/>, diakses 05 September 2017)<sup>12</sup>.



**Gambar 7.** Fasade Museum Tsunami Aceh hasil transformasi dari tarian saman (<https://dekdun.wordpress.com/2011/09/09/aceh-tsunami-museum/>)<sup>12</sup>



**Gambar 8.** Seni instalasi ruang publik kota yang memanfaatkan teknologi CNC pada material kayu (<http://www.archdaily.com/285997/>)<sup>13</sup>

4. Elemen Ruang Publik Kota

Aktivitas ruang luar seringkali diwadahi dengan pembatas ruang yang sifatnya artistik, atau seringkali diistilahkan seni instalasi. Naungan naungan yang diciptakan secara unik, dapat meningkatkan karakter visual sebuah ruang publik kota. Teknik CNC juga dapat diterapkan untuk memproduksi hal tersebut. Salah satunya adalah Hegemonikon, karya Christina Zeibak dan Daphne Dow. Seperti yang terlihat pada Gambar 8 ini, karya instalasi mereka, diproduksi dengan menyusun bidang potongan CNC bermaterialkan kayu untuk membentuk naungan unik (<http://www.archdaily.com/285997/>, diakses 05 September 2017)<sup>13</sup>.

PENUTUP

Dari hasil eksplorasi literatur di atas, terlihat bahwa kemungkinan penerapan teknologi CNC sangatlah banyak. Teknologi CNC sendiri membawa banyak sekali keuntungan pada proses desain maupun penerapan desain arsitektur. Produktivitas yang tinggi, akurasi ketelitian, kualitas keseragaman produk massal merupakan keuntungan umum dari teknik CNC. Berikut adalah rangkuman hasil eksplorasi terapan CNC pada desain arsitektur beserta keuntungan yang didapat didalamnya.

Keuntungan implementasi teknologi CNC pada Proses Desain.

- Mempermudah proses produksi alat simulasi (maket bentuk, maket tapak, maket prototipe, maket sambungan detil) karena didasarkan pada desain digital yang sudah ada
- Akurasi yang tinggi untuk mendapatkan hasil studi simulasi yang menuntut ketelitian
- Mempercepat proses produksi alternatif desain jika dibutuhkan dalam jumlah yang besar.
- Membuka kesempatan munculnya bentuk-bentuk baru yang sebelumnya terbatas pada ranah digital saja.
- Membantu proses komunikasi ide ke pihak ketiga, seperti klien, kontraktor, dan lain sebagainya dengan bantuan barang nyata.

Keuntungan implementasi teknologi CNC pada Terapan Desain

- Eksplorasi variasi bentuk atau pola menjadi lebih luas, terutama pada bidang-bidang datar (fasade, partisi, dan lain sebagainya).
- Akurasi tinggi pada bagian bangunan yang butuh untuk presisi, dikarenakan langsung terkonversi dari data digital.
- Mempermudah produksi elemen dalam jumlah besar terutama pada bagian-bagian yang berulang (modul material terhadap keseluruhan bagian bangunan yang utuh)
- Waktu produksi yang cenderung lebih singkat dibandingkan dengan teknik manual tanpa hubungan langsung dengan data digital.

Selain berbagai keuntungan itu, beberapa hal yang harus diperhatikan agar desain arsitektur dapat dikolaborasikan dengan teknik CNC antara lain :

- Akurasi Data  
Desain berbasis digital harus dibuat dengan akurasi tinggi agar dapat dikonversi dengan akurat oleh mesin CNC.
- Olahan Data  
Konversi desain tiga dimensional atau bentukan arsitektural ke dalam bidang-bidang potong dua dimensional yang dapat dieksekusi oleh teknik CNC untuk kemudian dirangkai menjadi sebuah kesatuan.
- Pilihan Jenis Material  
Batasan material terbatas yang dapat diwadahi oleh teknik CNC, sehingga dalam mendesain, pertimbangan material dan keteknikannya harus dipikirkan secara matang
- Dukungan Lain  
Teknologi CNC bukanlah teknologi tunggal yang dapat bekerja sendiri. Teknologi ini membutuhkan dukungan teknologi lain seperti data digital, bahan, perangkat lunak dan lain sebagainya
- Biaya  
Biaya yang cenderung lebih mahal karena menuntut adanya mesin potong berbasis CNC untuk proses manufaktur atau produksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Bob Materns, Andre Brown. *Computer Aided Architectural Design Future 2005*. Springer. 2005.
2. Peter Szalapaj. *Contemporary Architecture and the Digital Design Process*. Architectural Press. 2005.
3. *Peranan dan Penggunaan Teknologi Digital dalam Proses Disain Arsitektur*, <http://www.iaijabar.org/ruang-publikasi/1237-teknologi-digital-disain-arsitektur.html>, diakses 05 September 2017
4. Bosan C.B. *Computer Aided Design and Manufacture*. John Wiley & Sons. 1998.
5. W.T. Bhirawa. *Penggunaan Teknologi Cad Cam Untuk Membuat Produk*. Jurnal Teknologi Informasi Universitas Suryadharma, Vol. 3 No. 2 Tahun 2014, pp 161.
6. <https://www.instagram.com/p/BX68vNSn5A1>
7. <https://lsaworkshop.wordpress.com/2014/11/05/blue-foam-cnc-contour-model>
8. <http://mkmra2.blogspot.co.id/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html>
9. <http://www.archiii.com/2013/07/cardboard-exhibition-pods-design-by-todesign-by-horrocks/>
10. <https://archinect.com/erothermel/project/cnc-furniture>
11. <http://www.homemade-modern.com/ep99-diy-cnc-spiral-staircase>
12. <https://dekdun.wordpress.com/2011/09/09/aceh-tsunami-museum>
13. <http://www.archdaily.com/285997>

# Studi Fasa Sigma terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Baja Duplex S329

Dian Mughni Fellicia, Budi Agung Kurniawan, Sutarsis, Gafriansyah Rabbani

Jurusan Teknik Material & Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: dian@mat-eng.its.ac.id

## ABSTRAK

Baja tahan karat duplex memiliki sifat kekuatan dan ketahanan korosi yang tinggi sehingga sering digunakan pada lingkungan kerja yang membutuhkan kekuatan tinggi dan korosif. Pada temperatur 600°-1000°C, terjadi penggetasan presipitasi akibat terbentuknya fasa sigma yang menurunkan sifat keuletan, ketangguhan dan ketahanan korosi. Penghilangan fasa sigma ini, dapat dilakukan dengan cara proses *solution annealing*. Pada penelitian ini telah dilakukan proses *solution annealing* dengan variasi temperatur dan waktu tahan pada baja duplex S329 yang telah mengalami presipitasi. Peningkatan temperatur *solution annealing* dan waktu tahan dapat menurunkan kekerasan dan meningkatkan kekuatan impact. Hal ini disebabkan jumlah fasa sigma mengalami penurunan. Kekerasan dan kekuatan impact baja duplex S329 dengan *solution annealing* 1050°C untuk seluruh waktu tahan mampu mengembalikan kekerasan dan kekuatan impact sesuai dengan sifat mekanik awal baja duplex S329.

**Kata kunci:** fasa sigma, kekerasan, kekuatan impact, ketahanan korosi, S329

## PENDAHULUAN

Baja tahan karat duplex merupakan salah satu jenis baja tahan karat dengan kadar paduan tinggi. Pada temperatur kamar, baja ini memiliki dua fasa dengan kadar yang seimbang, yaitu sekitar 50% fasa ferrit dan 50% fasa austenit. Baja duplex menggabungkan keunggulan yang dimiliki baja tahan karat ferritik dan austenitik. Dengan adanya dua fasa ini, baja duplex memiliki sifat kekuatan yang tinggi dan juga ketahanan korosi yang sangat baik [1].

Baja tahan karat duplex lebih kuat dibandingkan dengan baja tahan karat austenitik. Selain itu, baja tahan karat duplex memiliki kekuatan yang tinggi, kekerasan yang lebih tinggi dan juga ketahanan korosi yang sama baiknya [2].

Dibalik berbagai keunggulan yang dimiliki baja duplex, baja tipe ini memiliki kelemahan yaitu mengalami penggetasan presipitasi setelah dilakukan perlakuan panas di temperatur yang tidak sesuai. Penggetasan presipitasi ini disebabkan adanya fasa-fasa intermetalik. Salah satu fasa intermetalik yang sangat berpengaruh adalah fasa sigma [3].

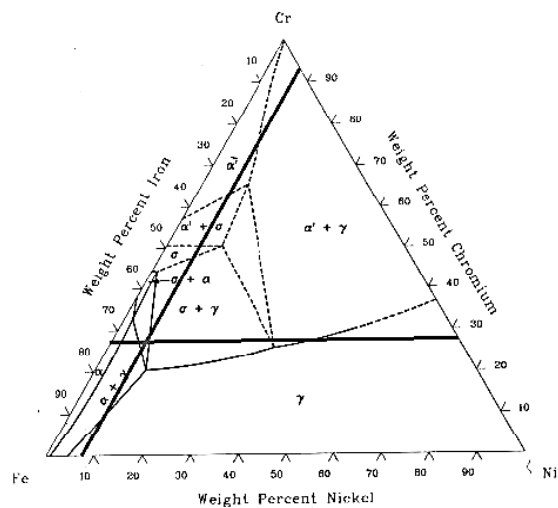
Fasa sigma merupakan fasa yang memiliki kandungan unsur Cr dan Mo yang tinggi. Fasa ini terbentuk pada temperatur antara 650°C sampai 1000°C melalui ferrit yang terdekomposisi menjadi fasa sigma dan fasa austenit sekunder. Fasa ini merupakan fasa yang menggetaskan. Selain itu, fasa ini dapat menurunkan sifat ketahanan korosi dan impact [4]. Karena dampak yang ditimbulkan, fasa ini perlu dihilangkan. Untuk menghilangkan fasa ini, dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah melalui perlakuan panas berupa *solution*

*annealing*. *Solution annealing* akan meningkatkan pembentukan fasa ferrit dan melarutkan unsur-unsur pembentuk fasa sigma, kemudian dilanjutkan pendinginan cepat melalui tahap *quenching* dengan media air agar fasa sigma tidak kembali terbentuk [3].

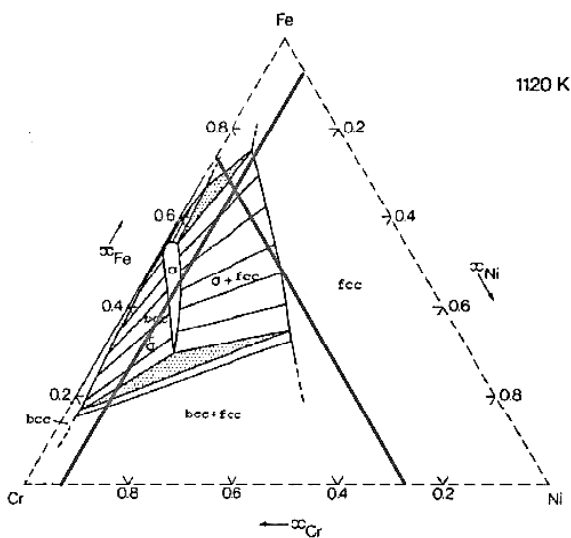
Baja duplex S329 merupakan salah satu jenis baja tahan karat dengan properti mekanik dan ketahanan korosi terbaik namun dalam proses pengerjaan manufaktur masih ditemukan presipitasi fasa sigma sehingga perlu dilakukan penelitian tentang fasa sigma yang hasilnya diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman dalam proses manufaktur baja duplex S329. Pada penelitian ini, proses *solution annealing* digunakan untuk menghilangkan fasa sigma pada baja tahan karat duplex S329. Pengaruh dari variasi temperatur dan waktu tahan pada proses *solution annealing* terhadap sifat mekanik dan ketahanan korosi baja tahan karat duplex S329 dianalisis lebih lanjut dengan beberapa pengujian yaitu uji XRD, SEM, metalografi, kekerasan dan kekuatan impact.

## MATERIAL

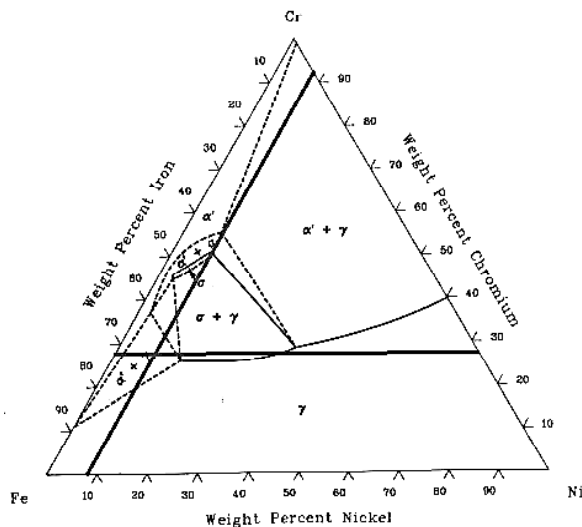
Selain paduan utama nikel, baja tahan karat duplex memiliki kadar kromium yang tinggi. Oleh karena itu, pengidentifikasian fasa-fasa yang terbentuk dilakukan dengan diagram ternary Fe-Cr-Ni. Pada diagram fasa ternary pada temperatur 800°C seperti pada Gambar 1, baja tahan karat duplex S329 memiliki fasa ferrit ( $\alpha$ ) dan austenit ( $\gamma$ ). Sedangkan Gambar 2 menunjukkan diagram ternary Fe-Cr-Ni pada temperatur lebih tinggi, 847° C, dimana ada perubahan fasa yaitu fasa sigma ( $\sigma$ ) dan austenit ( $\gamma$ ).



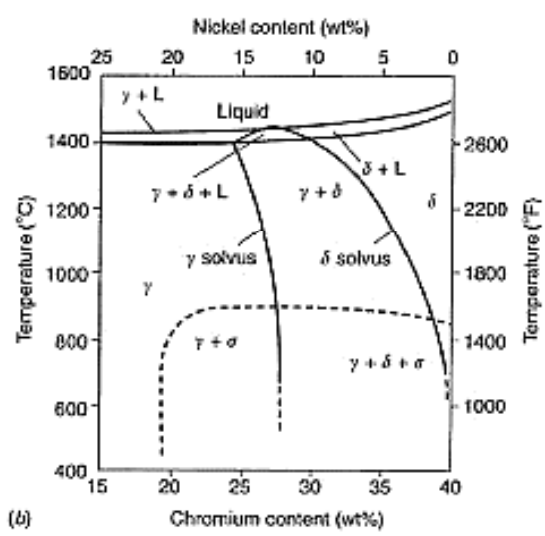
Gambar 1. Diagram fasa terner Fe-Cr-Ni pada temperatur 800 °C [5]



Gambar 2. Diagram fasa terner Fe-Cr-Ni pada 847 °C [5]



Gambar 3. Diagram fasa terner Fe-Cr-Ni pada 847 °C [5]



Gambar 4. Diagram pseudobinary pada system terner Fe-Cr-Ni pada saat 60% Fe[6]

Namun, pada temperatur lebih dari 900° C pada Gambar 3, fasa sigma tidak terbentuk. Fasa yang terbentuk adalah ferrit dan austenit.

Pada Gambar 4 yang menunjukkan diagram pseudobinary terlihat bahwa fasa sigma telah terbentuk pada temperatur 400°-900° C, sedangkan pada temperatur diatas 900° C untuk kadar Cr 27% fasa sigma telah hilang. Hal ini menunjukkan bahwa penghilangan fasa sigma dapat dilakukan pada temperatur lebih 900° C.

Pemanasan atau pendinginan lambat dapat mengakibatkan terbentuknya presipitasi pada batas butir baja tahan karat. Akibat adanya presipitasi ini adalah terjadinya pengurangan kadar kromium pada baja sehingga menyebabkan turunnya ketahanan korosi. Selain itu, presipitasi ini juga dapat membuat baja memiliki kekuatan impact yang rendah dan kekerasan yang lebih tinggi. Presipitasi ini dapat dieliminasi dengan *solution annealing* dan *quenching*, yaitu *quench annealing*[7]. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja tahan karat hingga 1000-1100°C. Pemanasan ini dilakukan agar semua karbida dapat larut kembali dan austenit menjadi homogen, dilanjutkan dengan *quenching* atau pendinginan cepat. Pendinginan cepat mengakibatkan presipitasi karbida tidak sempat terjadi, kromium masih tetap dalam larutan. Untuk benda yang berukuran kecil, pendinginan cukup dilakukan dengan udara [8].

Memiliki karakterisasi yang hampir sama dengan baja duplex S329, Yan [9] menggunakan baja tahan karat duplex 2205 yang mengalami *aging* pada temperatur antara 700° dan 1050°C dengan interval waktu 5 menit, 0.5 jam, 1 jam, 2 jam. Perubahan fasa intermetalik dengan variasi waktu aging dan temperatur diukur menggunakan metalografi, SEM & EDS, BSE, dan uji impact sebagai gambaran dampak adanya fasa intermetalik. Pada penelitian ini, fasa σ merupakan fasa yang dominan karena kandungan N dan C yang rendah terbentuk di batas butir γ/α atau dalam butir ferrit pada SAF 2205.



Presipitasi fasa sigma meningkat seiring peningkatan waktu aging dan maksimum persen volume di temperatur 850°C. Kemudian Kashiwara, dkk [10] melakukan penelitian dengan menggunakan material baja duplex 2205 untuk mengetahui efek dari temperatur *h*. Penelitian ini dilakukan pada variasi temperatur 1050° dan 1100°C, dan kemudian dilakukan *aging* pada temperatur 700°C dengan waktutahan 15 menit dan 60 menit. Efek dari variasi temperatur dan waktu tahan ini dilihat terhadap perubahan struktur mikro. Untuk meneliti perubahan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan SEM dan XRD. Sedangkan EDS digunakan untuk memperoleh informasi kimia dari berbagai fasa. Fasa sigma terbentuk pada *solution annealing* di 1000° C. Fasa sigma sebagian besar terbentuk di batas butir ferrit/austenit dan berasal dari reaksi eutektoid pada butir ferrit.

Berdasarkan Callister[11] didapatkan bahwa pertumbuhan fasa sigma ( $\sigma$ ) lebih cepat terjadi pada baja tahan karat austenitik, dibandingkan dengan baja tahan karat duplex. Pada baja tahan karat duplex, presipitasi terbentuk secara sempurna dalam waktu beberapa jam dan merubah sebagian besar fasa ferrit. Hal ini ditunjukkan dengan reaksi eutektoid:  $\alpha \rightarrow \gamma' + \sigma$ , dimanay' merupakan austenit yang kekurangan kromium dan molibdenum jika dibandingkan dengan austenit yang tidak bertransformasi. Fasa sigma terbentuk di batas butir antara fasa ferrit dan austenit dan reaksi bergerak ke butir ferrit.

Fasa sigma kaya akan unsur penstabil ferrit seperti kromium, molibdenum, dan silikon, dan memiliki sedikit unsur penstabil austenit seperti nikel, karbon, dan nitrogen sehingga fasa ini terbentuk pada ferrit. Selain itu, laju difusi ferrit lebih cepat dibandingkan dengan austenit ( $\gamma$ ). Temperatur di atas 800° C menghasilkan morfologi eutektoid yang berbentuk lamelar yang berasal dari sigma dan austenit baru. Sebaliknya, pertumbuhan fasa sigma dapat terjadi di batas butir antara fasa ferrit dengan fasa ferrit melalui reaksi langsung  $\alpha \rightarrow \sigma$ . Austenit baru ( $\gamma'$ ) memiliki molibdenum bebas dan kromium yang rendah. Oleh karena itu, presipitasi fasa sigma pada baja tahan karat membuatnya sangat rentan terkena korosi lokal di batas butir sigma/austenit baru. Biasanya, peningkatan kandungan austenit pada baja tahan karat duplex memicu pembentukan fasa sigma disebabkan oleh peningkatan unsur paduan seperti kromium, molibdenum, dan silicon pada fasa ferrit. Callister S juga menjelaskan bahwa fasa sigma pada baja tahan karat duplex dan superduplex mengandung 35-55 wt% Fe, 24-40 wt% Cr dan 11-25 wt% Mo. Fasa sigma adalah fasa yang kaya akan unsur Cr dan Mo. Fasa yang terbentuk pada temperatur antara 650° dan 1000° C merupakan fasa yang menggetaskan. Fasa ini juga menurunkan sifat ketahanan korosi dan impak. Pada temperatur puncak sekitar 900° C, ferrit terdekomposisi menjadi sigma dalam beberapa menit pada baja tahan karat superduplex.

Pada penelitian Fargas, dkk [12] didapatkan bahwa untuk memperoleh baja tahan karat duplex melalui *rolling* meliputi dua langkah *annealing* yaitu pemanasan

intermediat setelah *hot rolling* dan setelah *cold rolling*. Penurunan temperatur perlakuan panas akan menambah persentasi fasa sigma, yang dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan, dan menurunkan keuletan dan ketahanan impak. Pengujian korosi dilakukan dengan menggunakan uji polarisasi. Hasilnya, fasa sigma menurunkan potensial sumuran.

MATERIAL DAN METODA

Material dan Preparasi

Spesimen yang digunakan merupakan baja duplex S329 berbentuk plat dengan dimensi panjang, lebar, dan tebal yaitu 400, 100, dan 10 mm dengan komposisi kimia dapat dilihat pada Tabel 1. Preparasi spesimen meliputi pemotongan plat sesuai dengan ukuran pengujian yang akan dilakukan.

Tabel 1. Komposisi kimia pada baja duplex S329

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
0,0862	0,315	0,879	0,0198	< 0,005
Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	Cu (%)	W (%)
27	3,62	7,33	0,146	0,0153
Fe				
60, 5837				

Proses Solution Annealing

Dalam penelitian ini, dilakukan proses *solution annealing* pada spesimen baja duplex S329 yang telah mengalami presipitasi fasa sigma dengan variasi temperatur 950°, 1000°, dan 1050°C dan variasi waktu tahan 30, 60, dan 90 menit. Sebelumnya, dilakukan perlakuan panas pada temperatur 850°C selama 120 menit untuk memunculkan fasa sigma.

Pengujian dan Karakterisasi Material

Pengujian pertama adalah pengujian XRD. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui fasa-fasa yang terbentuk setelah dilakukan variasi perlakuan. Pengujian SEM bertujuan untuk mengamati topografi permukaan material. Alat yang digunakan adalah FEI INSPECT S50.

Pengujian yang kedua adalah pengujian kekerasan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan sebuah material terhadap indentasi dan goresan. Pengujian kekerasan dilakukan berdasarkan ASTM E92 dengan menggunakan metode vicker.

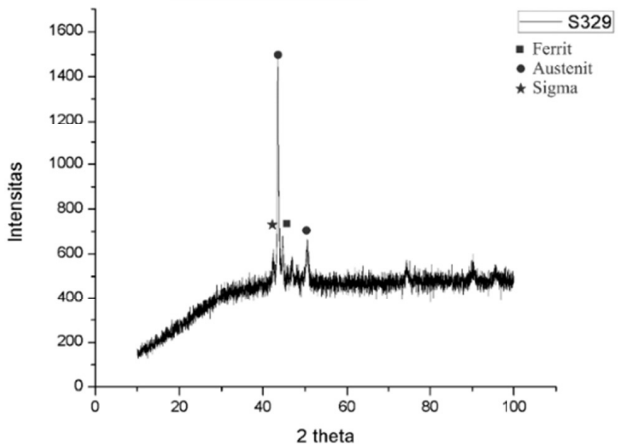
Pengujian ketiga adalah pengujian kekuatan impak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketangguhan dari suatu material dengan memberikan beban secara cepat. Uji impak yang dilakukan berdasarkan ASTM E23 dengan menggunakan metode charpy.

Pengujian keempat adalah pengujian korosi. Pengujian korosi yang dilakukan terdiri dari 2 jenis yaitu korosi

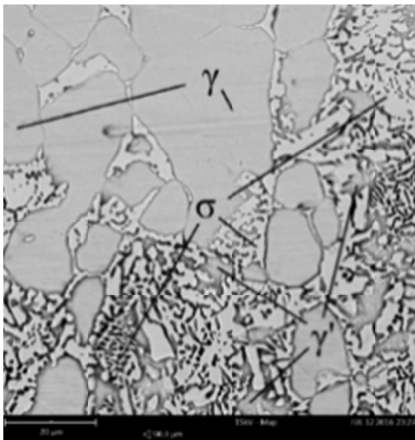
sumuran dan korosi celah. Pengujian korosi sumuran bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material terhadap ketahanan korosi sumuran. Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM G48 metode A. Kemudian, pengujian korosi celah bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material terhadap ketahanan korosi celah. Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM G48 metode B.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, spesimen awal merupakan spesimen dengan perlakuan panas dan telah mengalami presipitasi fasa sigma. Hasil pengujian XRD pada Gambar 5 menunjukkan pada spesimen baja duplex S329 telah terbentuk fasa sigma. Hasil pengujian ini diperkuat dengan pengujian SEM pada Gambar 6 dimana fasa sigma ditandai dengan daerah berwarna putih atau cerah di sekitar daerah ferrit. Untuk mengetahui



Gambar 5. Hasil uji XRD pada spesimen baja duplex S329 yang memperoleh perlakuan panas 850° dan waktu tahan 120 menit.



Gambar 6. Hasil uji SEM BSE pada spesimen baja duplex S329 dengan perlakuan panas pada temperatur 850° C dan waktu tahan 120 menit (pembesaran 3000x)

sifat mekanik spesimen baja duplex S329 yang sudah mengalami presipitasi fasa sigma, maka dilakukan pengujian kekerasan dan kekuatan impact yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Pengujian korosi sumuran dan celah juga dilakukan. Berdasarkan laju massa hilang dan dilanjutkan pengamatan visual, spesimen baja duplex S329 yang memperoleh perlakuan panas memiliki ketahanan korosi sumuran yang rendah pada temperatur 50°C. (Tabel 3). Untuk korosi celah, hasil pengujian menunjukkan ketahanan korosi celah yang rendah pada temperatur 22°C dan 50°C (Tabel 4).

Tabel 2. Nilai Kekerasan dan Kekuatan Impact Spesimen Baja Duplex S329 yang mengalami Presipitasi Fasa Sigma

Perlakuan	Waktu Tahan (Menit)	Kekerasan (HVN)	Kekuatan Impact (J/mm²)
Perlakuan panas pada 850°C	120	383,4	0,04

Tabel 3. Massa Hilang pada Uji Korosi Sumuran Spesimen Baja Duplex S329 Perlakuan Panas

Temp. (T)	Luas (cm²)	Massa (gr)		Laju Kehilangan Massa (g/cm²)	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir
50°C	32,0119	34,2309	30,7289	1,0693	0,9599
Massa Hilang (gr)					
0,1094					

Selanjutnya *solution annealing* dilakukan dengan variasi temperatur 950°C, 1000°C, dan 1050°C dan waktu tahan 30, 60, dan 90 menit. Pengaruh dari variasi temperatur dan waktu tahan pada proses *solution annealing* terhadap sifat mekanik dan ketahanan korosi pada baja tahan karat duplex S329 dianalisis lebih lanjut dengan beberapa pengujian.

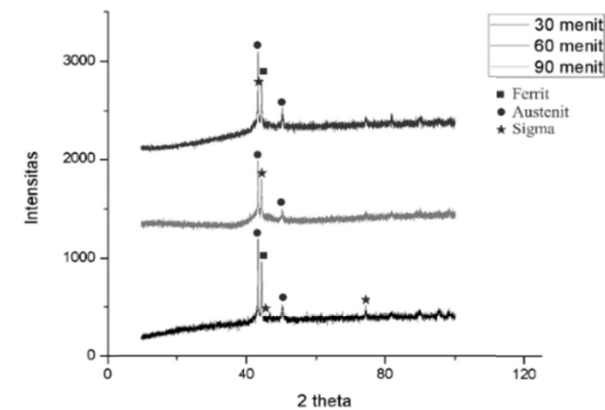
Pengujian XRD

Melalui pengujian ini, fasa-fasa yang ada pada spesimen dapat diketahui. Hasil pengujian XRD *solution annealing* 950°C dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk seluruh waktu tahan yang digunakan ditemukan puncak yang menandakan adanya fasa sigma.

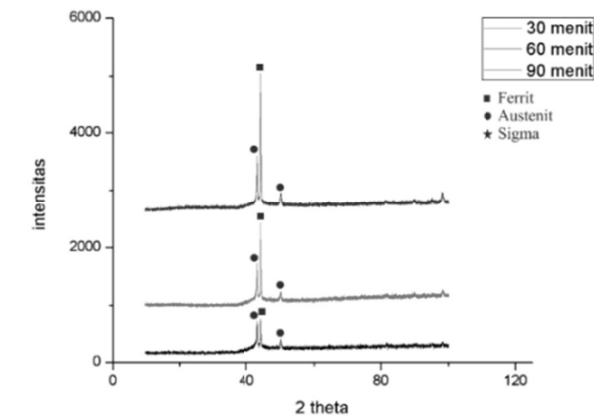
Selanjutnya, hasil pengujian XRD *solution annealing* 1000°C dan 1050°C dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9. Hasil pengujian *solution annealing* 1000°C menunjukkan untuk waktu tahan yang digunakan sudah tidak menunjukkan adanya puncak fasa sigma. Data serupa juga ditunjukkan pada temperatur 1050°C.

Dari hasil pengujian XRD ini diindikasikan bahwa fasa sigma telah hilang dengan *solution annealing* pada temperatur 1000°C dengan waktu tahan 30 menit

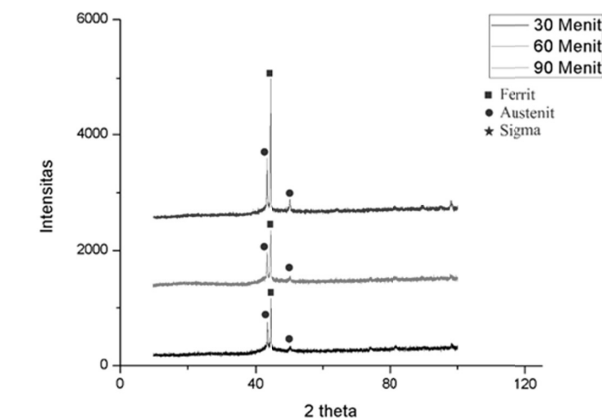
dan semakin tinggi temperatur dan waktu tahan yang diberikan tidak menunjukkan adanya fasa sigma lagi.



**Gambar 7.** Hasil uji XRD spesimen baja duplex S329 dengan *solution annealing* 950° selama 30, 60, dan 90 menit.



**Gambar 8.** Hasil uji XRD spesimen baja duplex S329 dengan *solution annealing* 1000° selama 30, 60, dan 90 menit.

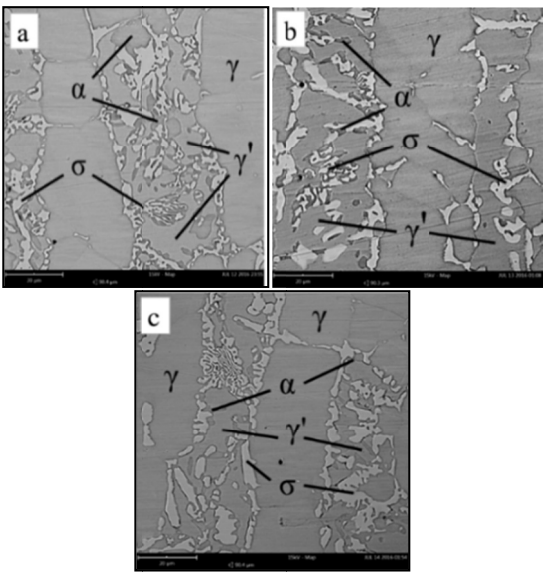


**Gambar 9.** Hasil uji XRD spesimen baja duplex S329 perlakuan *solution annealing* 1050° selama 30, 60, dan 90 menit.

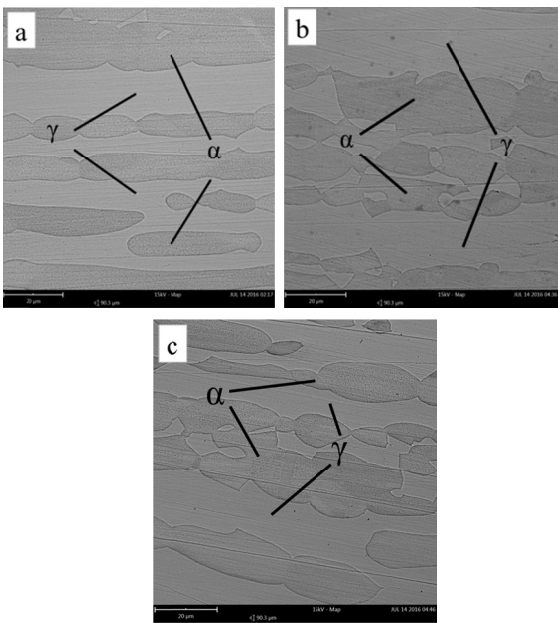
**Pengujian SEM**

Pada pengamatan SEM, didapatkan fasa sigma adalah daerah yang berwarna putih. Fasa ferit ditunjukkan dengan daerah yang berwarna gelap dan fasa austenit ditandai dengan berwarna cerah.

Hasil pengujian SEM pada spesimen baja yang telah mengalami *solution annealing* pada temperatur 950°C dapat dilihat pada Gambar 10. Gambar ini menunjukkan adanya fasa sigma untuk seluruh waktu tahan yang



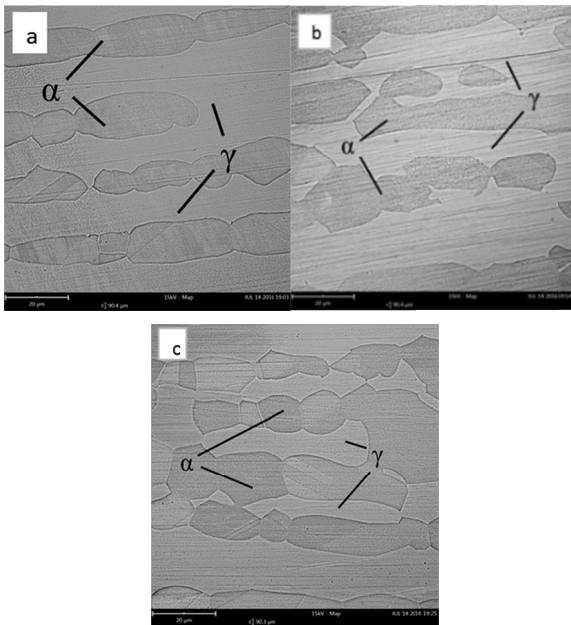
**Gambar 10.** Hasil uji SEM BSE pada spesimen perlakuan panas dengan temperatur 950° C dan waktu tahan (a) 30, (b) 60 ,(c) 90 menit (pembesaran 3000x)



**Gambar 11.** Hasil uji SEM BSE pada spesimen perlakuan panas dengan temperatur 1000° C dan waktu tahan (a) 30, (b) 60 ,(c) 90 menit (pembesaran 3000x)

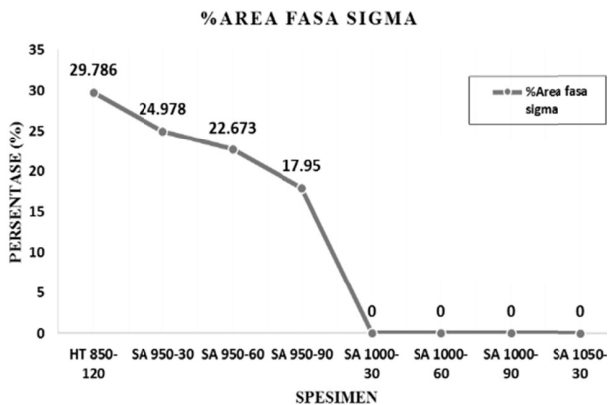
digunakan. Selain itu dapat dilihat adanya fasa austenit sekunder.

Hasil pengujian SEM pada *solution annealing* pada temperatur 1000°C dan 1050°C untuk seluruh waktu tahan yang digunakan menunjukkan fasa ferit dan fasa austenit. Pada perlakuan ini diindikasikan fasa sigma telah hilang (Gambar 11 dan 12).



**Gambar 12.** Hasil uji SEM BSE pada spesimen perlakuan panas dengan temperatur 1050° C dan waktu tahan (a) 30, (b) 60 ,(c) 90 menit (pembesaran 3000x)

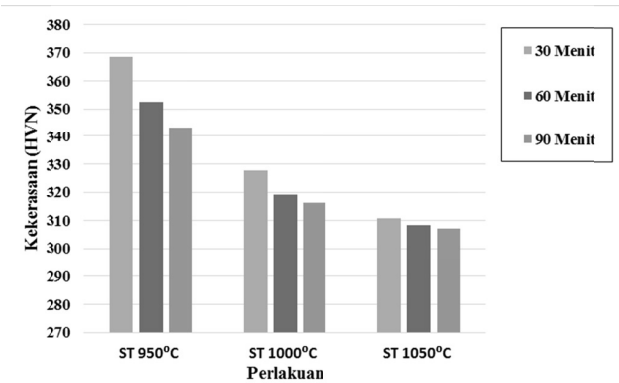
Melalui software Image J dapat diketahui seberapa besar pengurangan jumlah fasa sigma setelah mengalami *solution annealing*. Gambar 13 menunjukkan adanya pengurangan persentase area fasa sigma dengan bertambahnya waktu tahan pada temperatur 950°C. Fasa sigma telah hilang seluruhnya pada *solution annealing* 1000°C dan 1050°C.



**Gambar 13.** Persentase area fasa sigma pada baja duplex S329

**Pengujian Kekerasan**

Hasil pengujian kekerasan untuk seluruh variasi *solution annealing* dapat dilihat pada Gambar 14. Hasil *solution annealing* pada suhu temperatur baik 950°C, 1000°C maupun 1050°C didapatkan trend yang sama yaitu menurunnya nilai kekerasan seiring dengan meningkatnya waktu tahan yang diberikan.

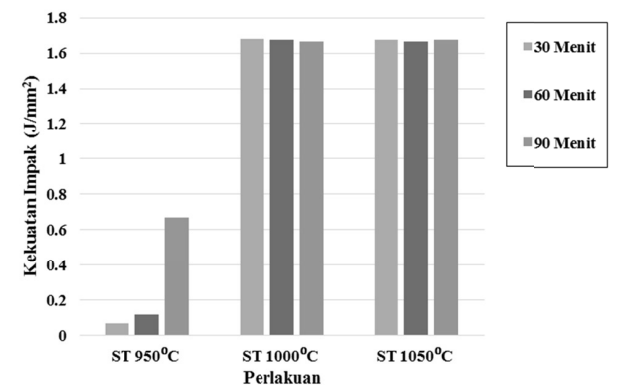


**Gambar 14.** Grafik hasil uji kekerasan baja duplex S329

Hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan menunjukkan adanya pengaruh temperatur *solution annealing* dan waktu tahan, dimana semakin tinggi temperatur *solution annealing* dan waktu tahan dapat menurunkan kekerasan spesimen baja duplex S329. Hal ini disebabkan fasa sigma memiliki struktur BCT (body centered tetragonal) dimana struktur ini memiliki tegangan yang tinggi. Hal ini membuat fasa ini dapat meningkatkan nilai kekerasan. Ketika melalui proses *solution annealing*, struktur fasa sigma akan berubah yang awalnya BCT menjadi struktur Kristal ferit, BCC. Perubahan struktur ini menyebabkan penurunan tegangan yang ada sehingga kekerasan semakin menurun.

**Pengujian Kekuatan Impak**

Pada pengujian ini, nilai kekuatan impak pada spesimen *solution annealing* ditunjukkan pada Gambar 15. Hasil pengujian kekuatan impak spesimen *solution annealing* pada temperatur 950°C menunjukkan adanya



**Gambar 15.** Grafik hasil uji impak baja duplex S329

peningkatan nilai kekuatan impact yang signifikan seiring peningkatan waktu tahanan. Sedangkan spesimen *solution annealing* pada temperatur 1000°C dan 1050°C memiliki nilai kekuatan impact lebih tinggi dibandingkan spesimen *solution annealing* pada temperatur 950°C namun seiring peningkatan waktu tahanan tidak menunjukkan nilai kekuatan impact yang cenderung stabil.

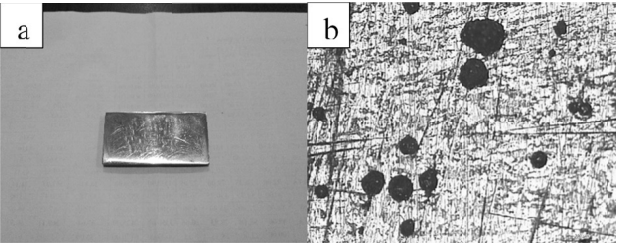
Hasil pengujian kekuatan impact yang dilakukan menunjukkan adanya hubungan antara nilai kekuatan impact dengan temperatur *solution annealing* dan waktu tahanan. Semakin tinggi temperatur *solution annealing* dan waktu tahanan maka kekuatan impact semakin naik. Selain kekerasan, perubahan struktur fasa sigma menjadi struktur ferrit akibat perlakuan *solution annealing* menyebabkan tegangan di struktur kristal menurun sehingga menaikkan kekuatan impact.

Pengujian Korosi Sumuran dan Celah

Pada pengujian korosi ini, dilakukan pada *solution annealing* 1050°C dan waktu tahanan 90 menit. Pengujian korosi yang terdiri atas 2 jenis, korosi sumuran dan korosi celah. Hasil pengujian korosi sumuran spesimen baja duplex S329 dengan *solution annealing* 1050°C dengan waktu tahanan 90 menit menunjukkan spesimen memiliki ketahanan korosi sumuran yang rendah pada temperatur tinggi (50°C). Hal ini berdasarkan laju massa hilang pada Tabel 5 dan dilanjutkan pengamatan visual pada Gambar 16 yang menunjukkan adanya korosi sumuran.

Tabel 5. Massa hilang pada uji korosi piting baja duplex S329

Temp. (T)	Luas (cm²)	Massa (gr)		Laju Kehilangan Massa (g/cm²)	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir
50°C	29,56	25,1123	24,0956	0,8497	0,8153
		Massa Hilang			
		0,0344			



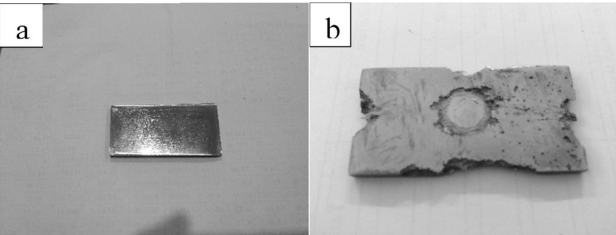
Gambar 16. Hasil foto makro uji korosi sumuran spesimen baja duplex S329 *solution annealing* temperatur 1050° C 90 menit pada temperatur 50° C (a) sebelum dan (b) sesudah (perbesaran 50x)

Untuk pengujian korosi celah, hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen memiliki ketahanan korosi celah yang rendah pada temperatur tinggi (50°C). Hal ini berdasarkan laju massa hilang pada Tabel 6 selanjutnya

dilakukan pengamatan visual yang ditunjukkan pada Gambar 17 dimana terlihat adanya korosi celah.

Tabel 6. Massa hilang pada uji korosi celah baja duplex S329

Temp. (T)	Luas (cm²)	Massa (gr)		Laju Kehilangan Massa (g/cm²)	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir
50°C	28,60	38,247	30,4768	1,3371	1,0655
		Massa Hilang			
		0,2716			



Gambar 17. Hasil foto makro uji korosi celah spesimen baja duplex S329 *solution annealing* temperatur 1050° C 90 menit pada temperatur 50° C (a) sebelum dan (b) sesudah

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut

- 1. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan temperatur *solution annealing* dan waktu tahanan dapat menurunkan kekerasan dan juga meningkatkan kekuatan impact. Hal ini disebabkan jumlah fasa sigma mengalami penurunan akibat peningkatan temperatur *solution annealing* dan waktu tahanan.
- 2. Spesimen baja duplex S329 perlakuan temperatur *solution annealing* 1050°C dan waktu tahanan 90 menit memiliki ketahanan korosi sumuran dan celah yang buruk pada temperatur tinggi (50°C).
- 3. Kekerasan dan kekuatan impact pada spesimen baja duplex S329 dengan *solution annealing* 1050°C untuk seluruh variasi waktu tahanan yang digunakan dapat mengembalikan kekerasan dan kekuatan impact sesuai dengan sifat mekanik awalbaja duplex S329.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Outokumpu. Handbook of Stainless Steel. Finlandia: Outokumpu. 2013.

[2] Lippold, John C., Damian J. Kotecki. Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steel. New Jersey: John Wiley and Sons. 2005.

[3] Gunn, Robert N, Duplex Stainless Steels Microstructure, Properties and Applications. Cambridge: Abington Publishing. 1997.

[4] Alvarez, Iris, Armas Suzanne Degallaix, dan Moreuil. Duplex Stainless Steels. London:ISTE Ltd. 2009.

- [5] \_\_\_\_\_.ASM Metal Handbook Vol. 3. Heat Treating. USA: ASM International.
- [6] Lippold, John C., Damian J. Kotecki. Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steel. New Jersey: John Wiley and Sons. 2005.
- [7] Thelning, Karl Erik. Steel and Its Heat Treatment Second Edition. Swedia:Butterworth-Heinemann. 1984.
- [8] Suherman, W. Perlakuan Panas. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, FTI-ITS. 2001.
- [9] Yan, Lin He, Na Qiong Zhu, Xiao Gang Lu, Lin Li. Experimental and Computational Study on Microstructural Evolution in 2205 Duplex Stainless Steel During High Temperatur Aging. Materials Science and Engineering A 528, 2010; 721–729.
- [10] Kashiwara, A., N. Phani Vennelaa, S.L. Kamathb, R.K. Khatirkara. nEffect of Solution treatment Temperatur on Precipitation in 2205 Duplex Stainless Steel. Materials Characterization 74, 2012; 55-65.
- [11] Callister, William D., dan David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering an Introduction Eight Edition.2009.USA: WorldColor USA/Versailles.
- [12] Fargas, G., M. Anglada, A. Mateo. Effect of The Annealing Temperatur on The Mechanical Properties, Formability and Corrosion Resistance of Hot-Rolled Duplex Stainless Steel. Journal of Materials Processing Technology 209, 2009; 1770–1782.

# Evaluasi Ergonomi Desain Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke dengan Model Tempat Duduk dan Stang Kemudi Fleksibel Berbasis Software Catia V5R14

Eko Siswono<sup>1</sup>, Mulyadi<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<sup>1</sup>ekosiswono.1986@gmail.com, <sup>2</sup>mymulyadi640@gmail.com,

## ABSTRAK

Kondisi tubuh pasien pasca stroke dapat normal kembali dengan cara terapi menggunakan alat bantu terapi. Postur tubuh pasien pasca stroke yang berbeda-beda menyebabkan kesulitan dalam pemakaian alat bantu terapi tersebut. Pada penelitian ini, peneliti mendesain sepeda roda tiga pasca stroke dengan model tempat duduk fleksibel dan stang kemudi fleksibel menggunakan Solidworks dan untuk analisa ergonominya menggunakan CATIA V5R14 yang dimodelkan dengan manikin sesuai postur tubuh (antropometri) rata-rata orang Indonesia. Hasil simulasi ergonomic berupa nilai akhir (grand score) yang berdasarkan metode RULA yaitu grand score 3 dengan posisi jarak tempat duduk fleksibel dari poros engkol 505 mm dan sudut stang kemudi 30° berarti desain sepeda roda tiga pasca stroke masih ergonomis dan aman bagi penggunaanya.

**Kata kunci:** Stroke, CATIA, RULA, Solidworks

## ABSTRACT

Post-stroke patient's body condition can be normal again by way of therapy using therapy tool. Post-stroke posture of different patients causes difficulties in the use of such therapy tool. In this study, researchers designed post-stroke tricycle with flexible seating model and flexible steering handlebar using Solidworks and for ergonomic analysis using CATIA V5R14 modelled with manikin according to posture (anthropometry) of Indonesian average. The result of ergonomic simulation in the form of grand score based on RULA method is grand score 3 with position of flexible seating distance from 505 mm crankshaft and 30° steering wheel handlebars mean post stroke bicycle design is still ergonomic and safe for it's users.

**Keywords:** Stroke, CATIA, RULA, Solidworks

## PENDAHULUAN

Kesibukan yang luar biasa dan kurangnya olahraga membuat orang lalai terhadap kesehatannya, hal ini bisa berdampak terjadinya berbagai macam penyakit, salah satunya *stroke*. Kondisi tubuh penderita *stroke* dapat normal kembali dengan cara terapi menggunakan alat bantu terapi yaitu sepeda roda tiga yang mempertimbangkan aspek *ergonomi*. [1]

Antropometri tubuh penderita pasca *stroke* yang berbeda-beda menyebabkan kesulitan dalam pemakaian sehingga desain sepeda roda tiga pasca *stroke* perlu didesain ulang atau dimodifikasi pada bagian stang kemudi dan tempat duduk menjadi fleksibel. Mendesain sebuah sepeda yang ergonomis dengan memperhatikan posisi penggunaanya, mulai dari posisi tangan, kayuhan sepeda dan posisi duduk. [2]

*Ergonomic* merupakan suatu studi tentang aspek-aspek manusia di dalam lingkup lingkungan kerja, dimana fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi satu sama lain. Manusia merupakan faktor utama karena sebagai pusat perancangan yang bersumber pada manusia sendiri. [3]

Kajian ergonomi yang berkaitan dengan perancangan produk berdasarkan dimensi tubuh manusia adalah

antropometri terdiri dari kumpulan data numerik karakteristik tubuh manusia meliputi ukuran, bentuk dan kekuatan guna menciptakan lingkungan kerja yang efisien, nyaman, aman, sehat dan efektif. [4]

Analisa ergonomi sepeda roda tiga *pasca stroke* pada komponen tempat duduk fleksibel dan stang kemudi fleksibel menggunakan metode *RULA (Rapid Upper Limb Assessment)* yang terdapat pada *software CATIA* semakin kecil nilai *RULA* maka desain masih ergonomis dan aman bagi pengendara.

Peneliti menggunakan metode *RULA* dalam analisa ergonomi karena metode ini memiliki beberapa fungsi yaitu menghitung risiko pada musculoskeletal yang merupakan bagian dari investigasi risiko ergonomi, membandingkan beban musculoskeletal guna memodifikasi desain kerja, mengevaluasi hasil produktivitas atau keserasian peralatan dan mendidik penderita pasca *stroke* tentang risiko pada musculoskeletal dari postur tubuh yang berbeda. [5]

## METODOLOGI

Perancangan sepeda roda tiga pasca *stroke* yang *ergonomis* atau memiliki nilai tingkat risiko cedera

yang minimum guna mendapatkan kenyamanan bagi pengendara terdiri dari beberapa tahap antara lain:

### Desain Sepeda

Konsep desain atau rancangannya menggunakan *software Solidwork* terdiri dari kerangka, mekanisme tempat duduk, mekanisme stang kemudi dan mekanisme penggerak roda depan, ditunjukkan pada gambar 2.

### Desain Manikin

Antropometri penderita pasca *stroke* disimulasikan menggunakan *software CATIA* yang disebut Manikin pada posisi duduk standar dengan *grand score* 2, ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Desain Manikin pada posisi duduk

### Analisa Ergonomi

Tahap analisa ergonomi adalah proses simulasi ergonomi dengan model manikin yang menghasilkan nilai *RULA*. Nilai *RULA* menurut *action level* terbagi dalam beberapa kategori antara lain<sup>2</sup> :

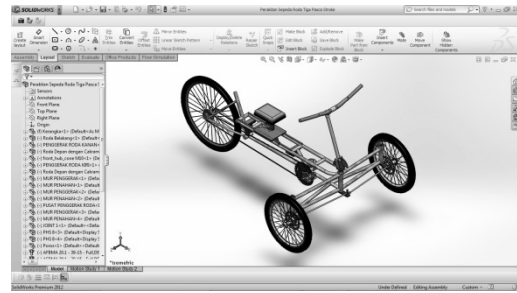
1. *Action level* 1, apabila skor bernilai 1 atau 2 berarti postur saat ini bisa diterima untuk periode waktu yang lama.
2. *Action level* 2, apabila skor bernilai 3 atau 4 berarti postur bisa diterima saat ini, perlu dilakukan investigasi lanjutan pada periode mendatang.
3. *Action level* 3, apabila skor bernilai 5 atau 6 berarti perlu dilakukan investigasi dan perubahan segera mungkin.
4. *Action level* 4, apabila skor bernilai 7 berarti postur kera sangat berbahaya, investigasi dan perubahan harus dilakukan pada saat itu juga.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

*Antropometri* tubuh penderita pasca *stroke* yang berbeda-beda, baik wanita atau laki-laki, berdampak pada penentuan posisi mengendarai sepeda secara ergonomis sehingga desain sepeda roda tiga harus dievaluasi guna menentukan posisi mengendarai yang ergonomis, tidak menimbulkan risiko cedera bagi tubuh.

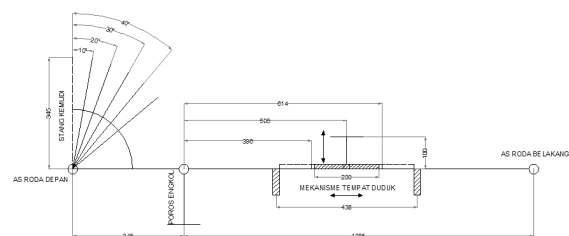
Peneliti menggunakan *software Solidworks* untuk mendesain sepeda roda tiga pasca *stroke* karena memiliki

ketelitian yang akurat, mempermudah perakitan komponen, ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Desain Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke

Sket bodi diagram analisa sepeda roda tiga pasca *stroke* yang berguna untuk memudahkan pembacaan posisi tubuh yang dianalisa, ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Body Sketch Diagram Analisa Sepeda Roda Tiga Pasca Stroke

Penentuan dasar analisa ergonomi sepeda roda tiga pasca *stroke* adalah postur tubuh penderita yang berbeda-beda baik itu wanita atau laki-laki, maka terpilihlah empat posisi mengendarai yang ergonomis sesuai dengan body sketch diagram analisa yaitu :

1. Posisi mundur dengan jarak 614 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding (P1).
2. Posisi mundur dengan jarak 614 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 150 mm dari landasan sliding (P2).
3. Posisi maju dengan jarak 396 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding (P3).
4. Posisi tengah dengan jarak 505 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding (P4).

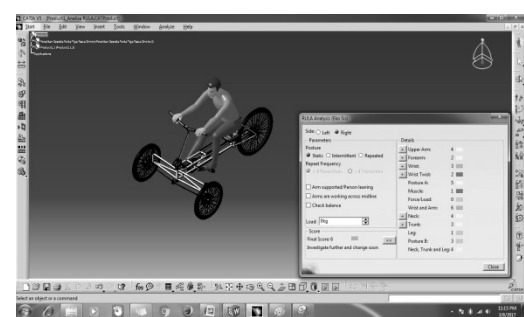
Analisa akan dilanjutkan pada beberapa posisi guna mencari nilai akhir (*grand score*) untuk menentukan posisi mengemudi yang *ergonomis*. Berikut adalah hasil dari analisa *ergonomi* dari beberapa posisi.

1. Posisi mundur dengan jarak 614 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding, ditunjukkan pada Gambar 4.

Hasil analisa menunjukkan bahwa posisi mundur dengan jarak 614 mm dari poros engkol dan sudut



stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding dapat menimbulkan risiko cedera karena memiliki *grand score* 6 sehingga desain harus segera dilakukan *investigasi* dan perubahan segera mungkin.



Gambar 4. Posisi pertama analisa *RULA*

- 2. Posisi mundur dengan jarak 614 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 150 mm dari landasan sliding.



Gambar 5. Posisi Kedua Analisa *RULA*

Hasil analisa menunjukkan bahwa posisi mundur dengan jarak 614 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 150 mm dari landasan sliding memiliki *grand score* 7 yang berarti posisi pengendara sangat berbahaya dan menimbulkan risiko cedera, *investigasi* dan perubahan harus dilakukan pada saat itu juga.

- 3. Posisi maju dengan jarak 396 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding.



Gambar 6. Posisi Ketiga Analisa *RULA*

Hasil analisa menunjukkan bahwa posisi maju dengan jarak 396 mm dari sumbu poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding dapat menimbulkan risiko cedera *upper arms*, *wrist and arm* dan *muscle* karena memiliki *grand score* 6 sehingga desain harus dilakukan *investigasi* dan perubahan segera mungkin.

- 4. Posisi tengah dengan jarak 505 mm dari poros engkol dan sudut stang kemudi 30° serta tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding.



Gambar 7. Posisi Keempat Analisa *RULA*

Analisa pada posisi keempat menunjukkan bahwa jarak tempat duduk fleksibel dari poros engkol 505 mm dengan sudut stang kemudi 30° diperoleh nilai total risiko cedera tubuh bagi pengguna sepeda roda tiga pasca stroke adalah 3.

Hasil analisa *RULA* dari beberapa posisi pengendara yang ergonomis agar desain tidak menimbulkan risiko cedera tubuh bagi penderita pasca *stroke* dengan bantuan *software CATIA V5R14*, maka hasilnya tersusun dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa *RULA* Posisi Pengendara pada Desain

Details	P1	P2	P3	P4
Upper arms	4	6	5	2
Fore arms	2	2	2	2
Wrist	3	3	2	2
Wrist Twist	2	1	1	1
Neck	4	4	4	4
Trunk	3	3	2	3
Leg	1	1	1	1
Final Score	6	7	6	3

Keterangan :

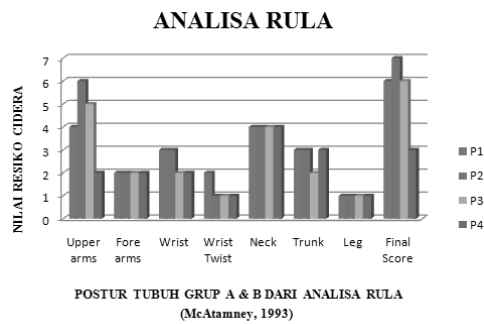
P1 = Posisi Pertama analisa *RULA*

P2 = Posisi Kedua analisa *RULA*

P2 = Posisi Ketiga analisa *RULA*

P4 = Posisi Keempat analisa *RULA*

Grafik hasil dari analisa *RULA* sepeda roda tiga pasca stroke ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Gafik Hasil Analisa Posisi Pengendara pada Desain

Berdasarkan metode *RULA* Mc Attamney, nilai akhir (*grand score*) 3 terdapat pada posisi keempat analisa *RULA* dengan jarak tempat duduk fleksibel 505 mm dari sumbu poros engkol dan sudut stang kemudi 30° hal ini menunjukkan bahwa desain sepeda roda tiga pasca stroke masih *ergonomis* dan aman bagi penggunaanya.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa metode *RULA* pada desain sepeda roda tiga pasca stroke, peneliti dapat menyimpulkan :

Batas maksimal jarak tempat duduk fleksibel dari sumbu poros engkol 614mm dan tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding dengan sudut stang kemudi 30° memiliki nilai akhir risiko cedera (*grand score*) 6 yang

berarti perlu dilakukan investigasi dan perubahan segera mungkin sehingga posisi tersebut tidak *ergonomis* untuk pengendara.

Batas minimum jarak tempat duduk fleksibel dari sumbu poros engkol 396 mm dan tinggi tempat duduk 100 mm dari landasan sliding dengan sudut stang kemudi 30° memiliki nilai akhir risiko cedera (*grand score*) 6 yang berarti perlu dilakukan investigasi dan perubahan segera mungkin sehingga posisi tersebut tidak *ergonomis* untuk pengendara.

Posisi mengendara yang *ergonomis* bagi penderita pasca *stroke* dengan nilai akhir (*grand score*) 3 dengan analisa jarak tempat duduk fleksibel dari poros engkol 505 mm, tinggi tempat duduk fleksibel 100 mm dari landasan sliding dan sudut stang kemudi 30° berarti bahwa postur gerak tubuh bisa diterima saat ini, perlu dilakukan investigasi lanjutan pada periode mendatang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rodika, I Made London Batan. 2013. "Sepeda Roda Tiga Untuk Pasien Pasca Stroke", Jurnal Manutech Vol. 5, No.2: 8-57.
- [2]. Garnet, M. Garnet. 2008. *Ergonomics of Direct-Drive Recumbent Bicycle*, Ottawa: ON, Canada.
- [3]. Nigo, dkk. 2014. "Perancangan Meja Ergonomis untuk Proses Pemotongan Kulit di Keraton Craft Yogyakarta", Simposium Nasional RAPI XIII-FT UMS Vol. 1, Hal. 157-164.
- [4]. Sitalaksana. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, Edisi Kedua, Penerbit: ITB, Bandung.
- [5]. McAttamney, Lynn and Corlett, E Nigel. 1993. "RULA: A Survey Method for Investigation of Work related Upper Limb Disorders", *Applied Ergonomics*, Vol. 24, No. 2, page. 91-99.

# Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Bakar Pertalite dengan Ethanol terhadap Performa Mesin SI (*Spark Ignition*) Fi-125cc 4 Langkah 1 Silinder

Gatot Setyono, Dwi Khusna

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email : gatot\_mesin@itats.ac.id

## ABSTRAK

Ethanol memiliki karakteristik yang mirip dengan Pertalite dengan nilai RON (Research Octane Number) sebesar 90. Dalam penelitian ini ingin mengetahui karakteristik performa mesin yaitu torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik dan tekanan efektif rata-rata pada Spark Ignition Engine FI-125cc 4 langkah 1 silinder menggunakan bahan bakar dengan campuran Ethanol dan Pertalite. Pengujian yang pertama dengan menguji karakteristik campuran bahan bakar Pertalite dan Ethanol setelah itu melakukan pengujian performa mesin dengan variasi campuran ethanol sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dan variasi putaran mesin 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500 rpm. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak Ethanol yang ditambahkan dengan Pertalite sebesar 15% akan menghasilkan performa mesin yaitu torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan efektif rata-rata dan efisiensi thermal yang optimal sebesar 8,7% terhadap Pertalite murni pada putaran mesin 3000-3500 rpm, sebaliknya jika penambahan Ethanol terlalu besar yaitu 20% akan menurunkan nilai kalor sehingga energi yang dapat dilepaskan bahan bakar juga semakin menurun, mengakibatkan performa mesin yang dihasilkan juga semakin menurun.

**Kata kunci:** Pertalite, Ethanol, Research Octane Number dan performa mesin.

## ABSTRACT

Ethanol fuel has similarities with Pertalite which has a value of RON (Research Octane Number) are 90. It research the performance characteristics of torque, power, specific fuel consumption and effective pressure on Spark Ignition Engine FI-125cc 4 step 1 cylinder which it uses the mixture of Ethanol and Pertalite. The fuel mixture characteristics of Pertalite and Ethanol will perform the test of machine with the variation of ethanol mixture by 5%, 10%, 15%, and 20% and engine rotation 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500 rpm. From this case shows that the larger the addition of ethanol at 15% Pertalite it will produce a good engine performance such as torque, power, specific fuel consumption, effective pressure and thermal efficiency and optimal thermal efficiency of 8.7% Pertalite on engine rotation 3000-3500rpm, otherwise if the larger addition of ethanol at 20% will reduce the calorific value so that the energy that can be released the fuel also decreased, resulting in the resulting engine performance also decreased.

**Keywords:** Pertalite, Ethanol, Research Octane Number and the performance engine.

## PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar dari minyak bumi berkorelasi langsung dengan meningkatnya permintaan manusia akan produksi energi. Industri yang tumbuh sangat pesat, maka perlu mencari solusi penemuan energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi yang bisa memenuhi kebutuhan saat ini [1]. Hal ini sangat penting bahwa bahan bakar alternatif yang digunakan sebagai pengganti harus dihasilkan dari sumber terbarukan dan bahan bakar ini harus dirancang untuk dapat digunakan tanpa memodifikasi geometri mesin. Maka ethanol merupakan alternatif bahan bakar yang bisa diaplikasikan pada mesin *spark ignition* (SI) [2]. Penggunaan bahan bakar alkohol seperti Metanol dan Ethanol telah digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan mesin SI (*spark ignition*) karena bentuknya cair dan memiliki beberapa sifat fisik yang mudah terbakar dengan variasi penambahan 10%, 20% dan 30%[3].

Pada penelitian ini, dengan penambahan Ethanol kadar 99% pada Pertalite diharapkan dapat menjadikan proses pembakaran di dalam ruang bakar menjadi lebih bersih karena ethanol berasal dari biomassa. Dengan reaksi pembakaran yang bersih maka pembakaran dapat berjalan dengan sempurna dan menurunkan emisi gas buang. Untuk memaksimalkan unjuk kerja mesin injeksi diperlukan penambahan ethanol yang sesuai. Dengan perbandingan campuran yang tepat dapat menghasilkan pembakaran yang lebih baik.

### Bahan Bakar Ethanol

Ethanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah bahan bakar alami, karena bahan diperoleh dari sumber energi terbarukan. Ethanol tidak berwarna, transparan, netral, mudah berubah, mudah terbakar, hidrokarbon cair beroksigen, dan memiliki bau menyengat [4]. Efek bahan bakar campuran ethanol-bensin mulai dari 0% dan ethanol 25%, dengan kenaikan 2,5%. Percobaan dilakukan dengan mesin SI empat

silinder (Toyota, Tercel-3A) pada posisi *open throttle*  $\frac{3}{4}$  dan kecepatan mesin bervariasi, berkisar antara 1000 sampai 4000 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ethanol dapat meningkatkan daya sekitar 8,3%, efisiensi volumetrik 7%, efisiensi thermal 9%, dan konsumsi bahan bakar 5,7%. Penambahan ethanol dapat menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 2,4% dan rasio bahan bakar udara setara 3,7%. Percobaan ini juga menyimpulkan bahwa bahan bakar campuran ethanol-Bensin dengan ethanol 20% memberikan hasil terbaik pada performa mesin dan emisi gas buang [5]. Hubungan antara campuran bahan bakar ethanol-bensin dan rasio udara-bahan bakar pada performa mesin SI. Percobaan dilakukan dengan rasio ekuivalensi bahan bakar udara yang berbeda berkisar antara -25% sampai 25% (sekitar 0,9), dengan kenaikan 5%. Pengujian dilakukan berdasarkan kondisi berikut: lima bahan bakar (E0, E5, E10, E20, dan E30), dua putaran mesin (3000 dan 4000 rpm), enam bukaan katup *throttle* mulai dari 0% sampai 100%, dengan kenaikan 20%. Hasilnya menunjukkan bahwa torsi tertinggi dan panas spesifik terendah dihasilkan pada rasio bahan bakar udara kurang dari sama dengan satu, peningkatan kadar ethanol sedikit menaikkan torsi, terutama pada bukaan *throttle* terendah [6]. Beberapa sifat bahan bakar ethanol, seperti bilangan oktan, *heating value*, panas laten, *flame velocity*, *specific gravity*, tekanan uap dan kurva distilasi, sangat berbeda dengan Bensin. Oleh karena itu menjadi sangat penting untuk memahami efek dari properti tersebut pada karakteristik performa mesin SI [7]. Ethanol merupakan bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang bisa dibuat sendiri atau dicampur dengan bahan bakar lain dalam rasio yang berbeda. Dalam penelitian ini, ethanol yang memiliki nilai oktan tinggi, *low exhaust emission*, bahan bakar bensin yang dicampur dengan ethanol dengan rasio (E0, E10, E20, dan E30). Dalam studi eksperimental ini, menganalisa torsi mesin, konsumsi bahan bakar spesifik dan pendinginan [8].

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh penambahan ethanol 99% pada bahan bakar Pertalite terhadap unjuk kerja motor bensin. Metode yang digunakan adalah dengan menambahkan ethanol 99% pada bahan bakar Pertalite dengan kadar 5%, 10%, 15%, dan 20% pada motor bensin putaran variabel (*variable speed test*) 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500 rpm dengan bukaan katup penuh (*fully open throttle*). Pengujian dilakukan dengan membuka *throttle* hingga penuh, kemudian putaran yang diharapkan diperoleh dengan mengatur beban (*load*) pada *waterbrake dynamometer*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performa dan emisi gas buang engine.

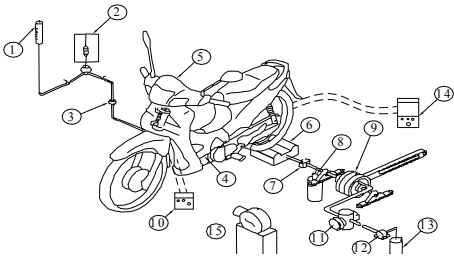
Tabel 1. Spesifikasi Mesin

Tipe Mesin	: 4 langkah, SOHC, pendinginan udara
Diameter x langkah	: 52,4 x 57,9 mm
Volume langkah	: 124,9 cc
Perbandingan kompresi	: 9,0 : 1
Kapasitas pelumas mesin	: 0,7 liter
Kopling	: Ganda, otomatis, sentrifugal, tipe basah
Gigi Transmisi	: 4 kecepatan, <i>Rotary</i>
Sistem Pengapian	: <i>Full transistorized</i>

Pada penelitian ini properties yang diamati ada tiga yaitu densitas, nilai kalor, dan viskositas. Properties didapat dari hasil pengujian di Laboratorium dengan standar ASTM sebagai berikut.

Tabel 2. Propertis Variasi Bahan Bakar.

Variasi Bahan bakar	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	Nilai Kalor Bom Kalorimeter (kJ/kg)
Pertalite (E0)	0,49	0,706	44931
Pertalite + Ethanol dengan kadar 5% (E5)	0,50	0,712	43155
Pertalite + Ethanol dengan kadar 10% (E10)	0,50	0,716	41415
Pertalite + Ethanol dengan kadar 15% (E15)	0,51	0,719	39489
Pertalite + Ethanol dengan kadar 20% (E20)	0,51	0,721	37729
Acuan	ASTM D 445-97	ASTM D-1298	ASTM D-240



- Keterangan:
- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1. Tangki bahan bakar.                       | 11. Valve.                |
| 2. Gelas ukur.                               | 12. Pompa Air.            |
| 3. Filter bahan bakar.                       | 13. Water Tank.           |
| 4. Kaburator.                                | 14. Exhaust Gas Analyzer. |
| 5. Mesin bensin 4 langkah 1 silinder 125 cc. | 15. Blower.               |
| 6. Chassis Dyno.                             |                           |
| 7. Flexibel coupling.                        |                           |
| 8. Tacometer.                                |                           |
| 9. Water brake dynamometer.                  |                           |
| 10. Strobometer.                             |                           |

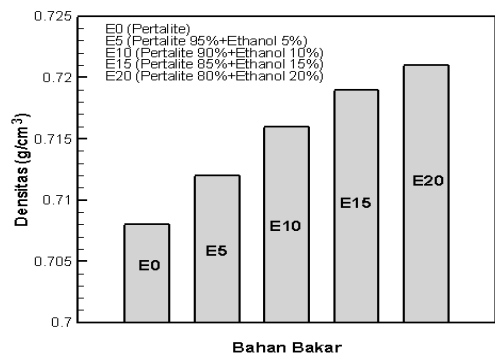
Gambar 1. Skema Pengujian performa mesin

Gambar 1 menunjukkan skema pengujian performa mesin, pertama mesin bensin dinyalakan pada putaran *idle* ( $\pm 1500$  rpm) selama 10 menit untuk mencapai kondisi

*steady state* atau stasioner dengan membuka katub kupu-kupu hingga terbuka penuh (*full open throttle*). Pada kondisi ini putaran mesin sebesar 5500 rpm dan merupakan putaran medium dari mesin. Selama putaran maksimum, beban air tidak dialirkan ke *water brake dynamometer*. Jika putaran mesin sudah stabil maka pencatatan data dapat dilakukan meliputi data putaran mesin (rpm), putaran poros *water brake dynamometer* (rpm), torsi (N.m) dan waktu konsumsi 25ml bahan bakar Peralite (detik). Setelah pengambilan data selesai beban air dialirkan ke *water brake dynamometer* sehingga putaran mesin akan turun. Putaran mesin diturunkan menjadi beberapa tahap yaitu dari 5000 rpm hingga 2000 rpm, dengan interval 500 rpm dengan cara mengontrol aliran air yang melewati *water brake dynamometer*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

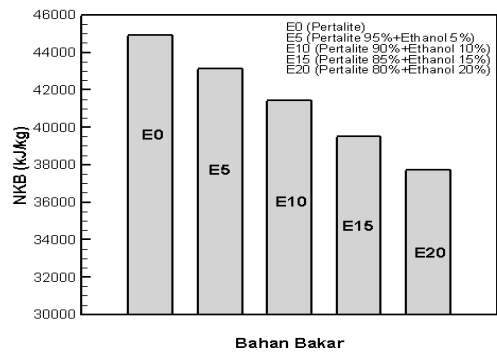
Densitas adalah ukuran massa setiap satuan volume. Pada Gambar 2 terlihat densitas tertinggi terdapat pada bahan bakar Peralite dengan penambahan ethanol 99% sebanyak 20% dengan nilai densitas sebesar 0,721 g/cm<sup>3</sup>, Sedangkan densitas terendah terjadi pada Peralite murni dengan densitas sebesar 0,708 g/cm<sup>3</sup>. Secara keseluruhan terlihat bahwa bahan bakar dengan penambahan konsentrasi ethanol 99% memiliki densitas yang semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar ethanol yang ditambahkan. Kenaikan tersebut diakibatkan oleh densitas ethanol 99% yang tinggi sebesar 0,721 g/cm<sup>3</sup>, Sehingga ketika ditambahkan ke Peralite, akan meningkatkan densitas dari bahan bakar tersebut.



Gambar 2. Pengaruh penambahan ethanol terhadap densitas bahan bakar

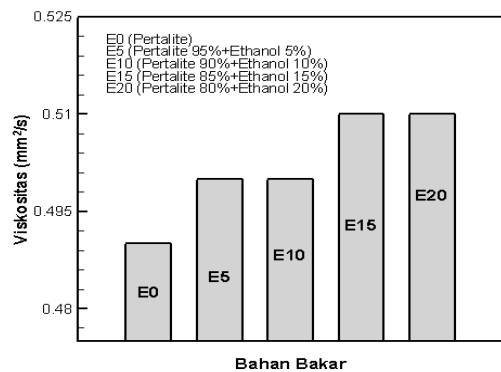
Pada Gambar 3 terlihat nilai kalor tertinggi terdapat pada bahan bakar Peralite murni dengan nilai kalor sebesar 44929 kJ/kg, sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada bahan bakar Peralite penambahan ethanol 99% sebanyak 20% dengan nilai kalor sebesar 37730 kJ/kg. Secara keseluruhan terlihat pada bahan bakar dengan penambahan konsentrasi ethanol 99%, memiliki nilai kalor yang semakin menurun. Penurunan nilai kalor tersebut diakibatkan karena nilai kalor ethanol 99% yang

rendah, sehingga apabila ditambahkan ke bahan bakar Peralite justru akan menurunkan nilai kalornya.



Gambar 3. Pengaruh penambahan ethanol terhadap Nilai Kalor bahan bakar

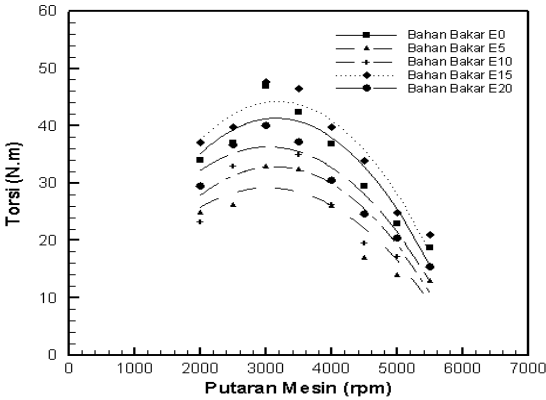
Pada Gambar 4 terlihat viskositas tertinggi terdapat pada bahan bakar Peralite dengan penambahan ethanol 99% sebanyak 20% yaitu sebesar 0,52 mm<sup>2</sup>/s, sedangkan viskositas terendah terdapat pada Peralite murni sebesar 0,49 mm<sup>2</sup>/s. Secara keseluruhan terlihat bahwa bahan bakar dengan penambahan ethanol 99%, memiliki nilai viskositas yang semakin naik sejalan dengan peningkatan kadar ethanol yang ditambahkan. Kenaikan ini dikarenakan viskositas dari ethanol 99% yang tinggi, sehingga ketika ditambahkan ke bahan bakar Peralite akan meningkatkan viskositas dari bahan bakar tersebut.



Gambar 4. Pengaruh penambahan ethanol terhadap Viskositas bahan bakar

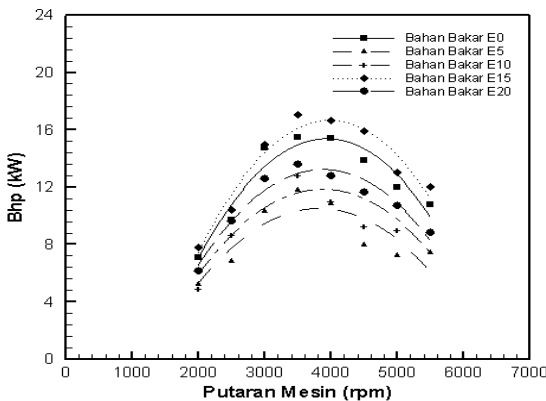
Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa torsi maksimum tertinggi dihasilkan pada bahan bakar ethanol 15%, dengan torsi maksimum sebesar 47,59 N.m pada putaran mesin 3000 rpm. Torsi maksimum terkecil dihasilkan oleh bahan bakar ethanol 5%, dengan torsi maksimum sebesar 32,81 N.m pada putaran engine 3000 rpm. Secara rata-rata, dengan penambahan ethanol 99% sebanyak 15% pada bahan bakar Peralite akan meningkatkan torsi engine sebesar 1,4% dibandingkan menggunakan Peralite murni. Secara umum, pada penambahan ethanol 99% dengan kadar 5%, 10% dan 20% dapat menurunkan torsi pada mesin. Torsi terendah dihasilkan oleh berbahan

bakar ethanol 5% dengan torsi maksimum sebesar 32,81 N.m pada putaran engine 3000 rpm. Penambahan ethanol 99% dapat mengurangi torsi dibandingkan menggunakan Peralite, hal ini terjadi dikarenakan dengan penambahan ethanol 99% akan menurunkan nilai kalor terlalu rendah. Dengan penurunan nilai kalor ini, maka energi yang dapat dilepaskan bahan bakar juga semakin menurun, sehingga torsi yang dihasilkan juga semakin rendah. Hal lain terjadi pada penambahan ethanol 99% sebanyak 15% yang dapat meningkatkan torsi pada engine dengan torsi maksimum sebesar 47,59 N.m pada putaran mesin 3000 rpm.



Gambar 5. Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin

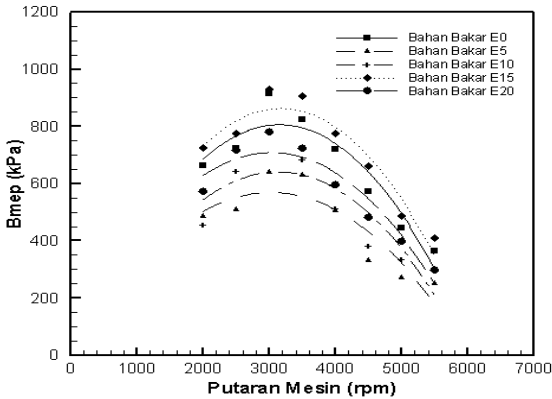
Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa daya maksimum tertinggi dihasilkan pada bahan bakar ethanol 15%, sebesar 16,99 kW pada putaran mesin 3500 rpm. Daya terendah yang dihasilkan oleh mesin dengan berbahan bakar ethanol 5% menghasilkan daya maksimum 11,82 kW pada putaran mesin 3500 rpm. Penambahan ethanol 99% dapat mengurangi daya dibandingkan menggunakan Peralite murni, hal ini terjadi dikarenakan dengan penambahan ethanol 99% akan menurunkan nilai kalor yang terlalu rendah. Dengan penurunan nilai kalor ini, maka energi yang dapat dilepaskan bahan bakar juga



Gambar 6. Grafik perbandingan daya (Bhp) terhadap putaran mesin

semakin menurun, sehingga daya yang dihasilkan juga semakin rendah. Hal lain terjadi pada penambahan ethanol 99% sebanyak 15 % yang dapat meningkatkan torsi pada mesin.

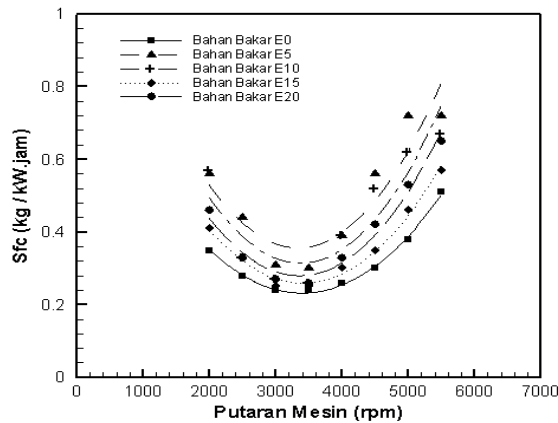
Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa tekanan efektif rata-rata maksimum yang tertinggi dihasilkan pada mesin yang menggunakan bahan bakar ethanol 15% dengan tekanan efektif rata-rata maksimum sebesar 928,06 KPa pada putaran mesin 3000 rpm. Tekanan efektif rata-rata maksimum terkecil dihasilkan pada bahan bakar ethanol 5% sebesar 639,86 kPa. Secara keseluruhan bahan bakar Peralite dengan penambahan konsentrasi 5%, 10% dan 20% ethanol 99%, memiliki tekanan efektif rata-rata yang semakin menurun. Dapat dilihat tekanan efektif rata-rata mesin paling kecil pada bahan bakar ethanol 5% sebesar 639,86 kPa pada putaran mesin 3000 rpm. Penurunan tekanan efektif rata-rata tersebut diakibatkan karena dengan penambahan 5%, 10% dan 20% ethanol 99% akan menurunkan nilai kalor yang terlalu rendah. Dengan penurunan nilai kalor ini, maka energi yang dapat dilepaskan bahan bakar juga semakin menurun, sehingga tekanan yang dihasilkan juga semakin rendah. Hal lain terjadi pada pencampuran bahan bakar Peralite dengan 15% ethanol 997%. Dengan penambahan tersebut tekanan efektif rata-rata dari mesin cenderung meningkat. Tekanan efektif rata-rata maksimum yang terbesar dihasilkan oleh mesin bila menggunakan campuran bahan bakar Peralite dan 15% ethanol 99%, dengan tekanan efektif rata-rata sebesar 928,06 KPa pada putaran mesin 3000 rpm.



Gambar 7. Grafik perbandingan tekanan efektif rata-rata (Bmep) terhadap putaran mesin

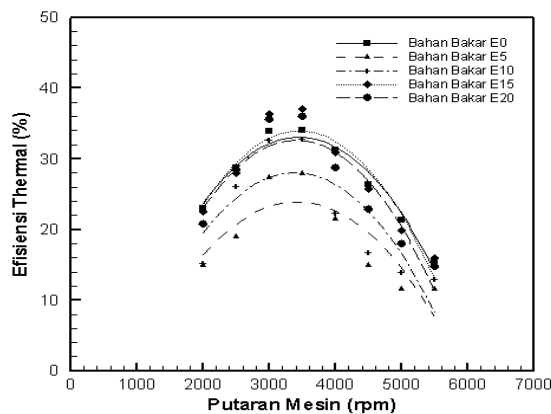
Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa dengan penambahan 5%, 10%, 20% ethanol 99%, konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) yang dihasilkan mesin lebih tinggi daripada yang dihasilkan mesin dengan menggunakan bahan bakar Peralite murni. Sehingga sfc optimum mesin terjadi pada saat penggunaan bahan bakar Peralite murni, dengan sfc optimum sebesar 0,24 kg/kW Jam pada putaran mesin 3500 rpm. Bahan bakar dengan penambahan 5%, 10%, 15% dan 20% ethanol 99% akan menaikkan konsumsi bahan bakar

spesifik pada mesin. Kenaikan tersebut disebabkan dengan penambahan 5%, 10% dan 20% ethanol 99% pada Pertalite akan menurunkan nilai kalor bahan bakar, sehingga pembakaran dapat berlangsung dengan lebih sempurna maka suplai bahan bakar harus ditambah.



Gambar 8. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) terhadap putaran mesin

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa efisiensi optimum tertinggi didapat ketika mesin menggunakan bahan bakar Pertalite dengan penambahan 15% ethanol 99% sebesar 37,01% pada putaran mesin 3500 rpm, sedangkan efisiensi optimum terendah dihasilkan ketika mesin menggunakan bahan bakar Pertalite dengan penambahan 5% ethanol 99% sebesar 27,95% pada putaran engine 3500 rpm. Secara rata-rata, apabila dibandingkan menggunakan mesin berbahan bakar Pertalite murni besarnya peningkatan efisiensi thermal apabila ditambahkan 15% ethanol 99% adalah 8,6%, sedangkan penurunan efisiensi akibat penambahan 5% ethanol 99% adalah 18%. Secara umum, dengan penambahan 5%, 10% dan 20% ethanol 99%, efisiensi thermal cenderung menurun. Hal ini diakibatkan karena pada penambahan ethanol 99% dengan konsentrasi



Gambar 9. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) terhadap putaran mesin

tersebut dapat menurunkan nilai kalor bahan bakar sehingga bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran yang sempurna lebih banyak dibanding menggunakan Pertalite. Dengan nilai kalor yang rendah maka energi yang dapat dilepaskan bahan bakar cenderung mengecil, sehingga unjuk kerja yang dihasilkan juga cenderung menurun. Dengan penurunan unjuk kerja maka efisiensi juga akan menurun. Hal berbeda terjadi saat penambahan 15% ethanol 99%. Secara umum, dengan penambahan ethanol 99% tersebut justru akan menaikkan efisiensi thermal.

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak ethanol yang ditambahkan dengan Pertalite akan menghasilkan performa yang menurun tetapi sebaliknya dengan penambahan ethanol 15% akan menghasilkan performa mesin yaitu torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan efektif rata-rata dan efisiensi thermal yang optimal sebesar 8,7% terhadap Pertalite murni pada putaran mesin 3000-3500 rpm, sebaliknya jika penambahan ethanol terlalu besar yaitu 20% akan menurunkan nilai kalor sehingga energi yang dapat dilepaskan bahan bakar juga semakin menurun, mengakibatkan performa mesin yang dihasilkan juga semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

1. Balki MK, Sayin C. *The Effect of Compression Ratio on the Performance, Emissions and Combustion of An SI (Spark Ignition) Engine Fuelled with Pure Ethanol, Methanol and Unleaded Gasoline*. Energy 2014;71:194–201.
2. Koc M, Sekmen Y, Topgul T, Yucsu HS. *The Effects of Ethanol–Unleaded Gasoline Blend on Engine Performance and Exhaust Emissions in A Spark-Ignition Engine*. Renewable Energy. 2009;34:2101–6.
3. Balki MK, Sayin C, Canakci M. *The Effect of Different Alcohol Fuel on the Performance, Emissions and Combustion Characteristic of A Gasoline Engine*. Fuel 2014;115:901–6.
4. Ganguly A, Chatterjee PK, Dey A. *Studies on Ethanol Production from Water Hyacinth-A Review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2012;16:966–72.
5. Al-Hasan M. *Effect of Ethanol-Unleaded Gasoline Blends on Engine Performance and Exhaust Emissions*. Energy Conv Manage 2003(44):1547–61.
6. Wu CW, Chen RH, Pu JY, Lin TH. *The Influence of Air–Fuel Ratio on Engine Performance and Pollutant Emission of An SI Engine using Ethanol–Gasoline Blended Fuels*. Atmos Environ 2004;38:7093–100.
7. Costa RC, Sodre JR. *Compression Ratio Effects on An Ethanol/ Gasoline Fuelled Engine Performance*. Appl Therm Eng 2011;31:278–83.
8. Battal D, Derviş E, Hayri Y, Evren K. *The Effect of Ethanol-Gasoline Blends on Performance and Exhaust Emissions of A Spark Ignition Engine Through Exergy Analysis*. Appl Therm Eng 2017;120:433–443.

# Ekstrasi Ciri Normal dan Arrhythmia Sinyal Jantung Menggunakan Metode Wavelet

Hindarto, Izza Anshory, Ade Efiyanti  
UMSIDA (Universitas Muhammadiyah Sidoarjo)

## ABSTRAK

Banyak metode yang digunakan peneliti untuk mengekstrasi dan mengklasifikasi sinyal jantung, pada penelitian ini wavelet haar digunakan untuk ekstrasi ciri sinyal jantung dan jaringan syaraf tiruan Backpropagation untuk klasifikasi sinyal jantung. Data pada penelitian ini diambil dari data Physiobank yaitu MIT-BIH Arrhythmia Database dan MIT-BIH normal Sinus Rhythm Database. Data tersebut diproses dengan menggunakan metode wavelet Haar untuk ekstrasi cirinya dan hasil dari metode ekstrasi fitur akan digunakan sebagai inputan proses klasifikasi. Proses klasifikasi yang digunakan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan Backpropagation. Hasil penelitian ditemukan, bahwa dengan ekstrasi fitur menggunakan wavelet haar dan klasifikasi menggunakan Backpropagation diperoleh tingkat akurasi klasifikasi sebesar 93%.

**Kata kunci:** jantung, Physiobank, Wavelet Haar, backpropagation.

## ABSTRACT

Many methods are used to extract and classify the heart signals, in this study the wavelet haar is used to extract the characteristics of heart signals and artificial neural networks Backpropagation for the classification of heart signals. The data in this study were taken from Physiobank data that is MIT-BIH Arithmia Database and MIT-BIH normal Sinus Rhythm Database. The data is processed using the Haar wavelet method for characteristics and the result of the extraction will be used as the input of the classification process. The classification process used by the method of artificial neural network Backpropagation. The results of the research were found, using the extraction feature using Haar Wavelet and background using Backpropagation obtained an accuracy of 93%.

**Keywords:** heart, Physiobank, Haar wavelet, backpropagation.

## PENDAHULUAN

Elektrokardiogram (EKG) merupakan aktivitas listrik jantung manusia. EKG adalah gabungan dari 5 gelombang - P, Q, R, S dan T. Sinyal ini dapat diukur dengan elektroda dari tubuh manusia dalam keterlibatan yang khusus. Sinyal dari elektroda ini disambungkan ke rangkaian listrik sederhana dengan amplifier dan *analog - digital converter*. Masalah utama dari sinyal digital adalah gangguan sinyal noise lainnya seperti jaringan listrik dengan frekuensi 50 Hz dan otot pernapasan artefak. Unsur-unsur noise harus dihapus sebelum sinyal digunakan untuk pengolahan data selanjutnya seperti deteksi frekuensi denyut jantung. filter digital dan pemrosesan sinyal harus dirancang sangat efektif untuk selanjutnya aplikasi *real-time* dalam perangkat tertanam.

Informasi frekuensi denyut jantung sangat penting untuk status kesehatan. Pengukuran frekuensi yang digunakan dalam berbagai aplikasi medis atau olahraga seperti tes stres atau prediksi situasi memperlakukan kehidupan. Salah satu kemungkinan cara bagaimana untuk mendapatkan frekuensi denyut jantung adalah menghitung dari sinyal ECG. frekuensi denyut jantung dapat dideteksi dari sinyal EKG dengan banyak metode dan algoritma.

Aplikasi pengukur deteksi detak dan suara jantung dengan menggunakan sebuah rangkaian elektronika

dengan sebuah stetoskop dan sensor pulsa sebagai input untuk mendeteksi. Sensor pulsa digunakan untuk mengetahui detak jantung dari seseorang dan stetoskop digunakan untuk mendeteksi suara jantung. Sedangkan rangkaian elektronika digunakan rangkaian arduino sebagai *interface* ke layar monitor. Dari

hasil uji coba terhadap 10 subyek, untuk pengukuran detak jantung dengan sensor pulsa didapatkan ketepatan alat pulsa sensordengan cara manual sebesar 99% [1].

Banyak algoritma untuk mendeteksi detak jantung didasarkan pada QRS deteksi kompleks dan mendengar tingkat dihitung seperti jarak antara kompleks QRS. QRS kompleks dapat dideteksi dengan menggunakan misalnya algoritma dari bidang jaringan saraf tiruan, algoritma genetika, transformasi wavelet atau filter bank [2]. Selain itu cara berikutnya cara mendeteksi QRS kompleks adalah dengan menggunakan threshold adaptif [3]. Metode langsung untuk deteksi detak jantung yang EKG sinyal analisis spektral [4] dan metode *Short-Term Autocorrelation* [5]. Metode ekstrasi fitur *Fast Fourier Transform* dengan mengambil root mean square (RMS) dan *Power Spectrum* dari proses FFT diperoleh tingkat akurasi klasifikasi 93% [6].

Sinyal EKG dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit jantung begitu banyak, tetapi sinyal ECG tidak sepenuhnya menggambarkan karakter hati, karena jantung juga dipengaruhi oleh pembukaan dan penutupan katup



jantung adalah faktor dalam suara hati. Selain itu, ada kerusakan pada hati yang sulit dideteksi menggunakan EKG misalnya kelainan struktur alami atau membuka dan menutup katup jantung yang tidak sempurna, serta kerusakan pada jantung yang menyebabkan murmur jantung atau suara yang tidak normal.

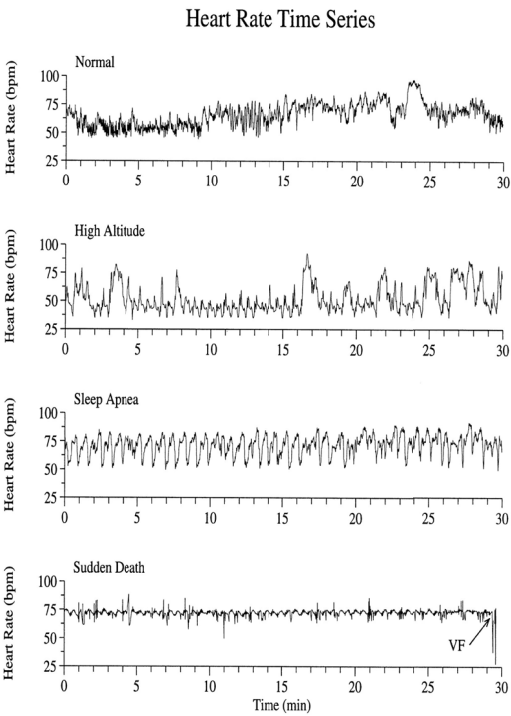
Tujuan dari penelitian ini adalah mengklasifikasikan sinyal jantung menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dan Wavelet Haar untuk mengambil ciri dari sinyal jantung. Data sinyal jantung diambil dari Physiobank database yaitu *MIT-BIH Arrhythmia Database* and *MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database*.

METODOLOGI

Pada penelitian ini, data sinyal jantung diambil dari *Physiobank database* yaitu *MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database* dan *MIT-BIH Arrhythmia Database*. *MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database*, database ini mencakup selama 18 rekaman EKG dari subyek di Laboratorium Aritmia di Rumah Sakit Israel Beth Boston (sekarang *Beth Israel Deaconess Medical Center*). Subyek termasuk dalam database ini ditemukan tidak memiliki aritmia yang signifikan; mereka adalah 5 laki-laki, berusia 26-45, dan 13 wanita, berusia 20 sampai 50. *MIT-BIH Aritmia Database* berisi 48 setengah jam rekaman dari dua-channel rekaman EKG seseorang yang dirawat jalan, yang diperoleh dari 47 subyek yang dipelajari oleh Laboratorium BIH *Arrhythmia* antara tahun 1975 dan 1979. Dua puluh tiga rekaman yang dipilih secara acak dari satu set 4000 24-jam rekaman EKG dikumpulkan dari populasi campuran pasien rawat inap (sekitar 60%) dan pasien rawat jalan (sekitar 40%) di Rumah Sakit Israel Beth Boston; 25 rekaman yang tersisa dipilih dari set yang sama untuk memasukkan aritmia kurang umum tetapi secara klinis signifikan yang tidak akan terwakili dalam sampel secara acak. Rekaman digital pada 360 sampel per detik per *channel* dengan resolusi 11-bit pada rentang 10 mV. Dua atau lebih ahli jantung secara independen menjelaskan pada setiap rekaman.

Pada gambar 1 mengilustrasikan bentuk dari macam-macam suara jantung [1].

Pada gambar 1 adalah perwakilan fluktuasi fisiologis yang kompleks. Denyut jantung (irama sinus normal) *time series* dari 30 menit dari subjek sehat di atas laut, baris kedua adalah subjek yang sehat di dataran Tinggi 4700 m, baris ketiga adalah subjek apnea dengan tidur obstruktif, dan baris paling bawah adalah subyek dengan kematian mendadak dengan fibrilasi ventrikel (VF). Catatan variasi denyut jantung yang sangat *nonstationary* dalam rekaman baris pertama dan baris kedua, sehingga sifat statistik berubah selama periode waktu yang relatif singkat. *Nonstationarity*, serta berkelanjutan osilasi, seperti yang terlihat di bawah 2 baris, menyarankan dinamika yang mendasari nonlinier.



Gbr 1. Contoh macam dari suara jantung

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 15 file dengan panjang waktu 1 menit dan frekuensi sampel 360 Hz, sinyal pulsa normal dan berbagai jenis pulsa aritmia. Semua file yang dipilih mengambil segmentasi 6 detik untuk mendapatkan 150 sampel dari data eksperimen.

Ekstrasi Ciri menggunakan Wavelet Haar

Tranformasi wavelet merupakan perbaikan dari transformasi Fourier. Jika transformasi Fourier hanya memberikan informasi tentang *frekuensi* suatu sinyal, maka transformasi wavelet memberikan informasi tentang kombinasi *skala dan frekuensi*. Wavelet berasal dari sebuah fungsi skala. Dari fungsi skala ini dapat dibuat sebuah mother wavelet. Wavelet-wavelet lainnya akan muncul dari hasil penskalaan, dilasi dan pergeseran *mother wavelet* [7].

Ada dua fungsi yang memainkan peran utama dalam analisis *wavelet*, yaitu fungsi skala  $\phi$  (*father wavelet*) dan wavelet  $\psi$  (*mother wavelet*). Analisis wavelet paling sederhana adalah berdasarkan skala fungsi Haar. Fungsi skala Haar didefinisikan sebagai:

$$\phi(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } 0 \leq x < 1 \\ 0, & \text{jika lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

Fungsi skala *wavelet Haar mother* didefinisikan sebagai :

$$\Psi(x) = \phi(2x) - \phi(2x - 1) \\ \Psi(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 1/2 \\ -1, & \frac{1}{2} \leq x < 1 \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

Seperti semua transformasi wavelet, transformasi Wavelet Haar adalah sinyal diskrit yang terurai menjadi dua sub signal dari setengah panjangnya. Satu sub signal adalah rata-rata berturut-turut. Transformasi Wavelet Haar Level 1, transformasi Wavelet Haar dilakukan dalam beberapa tahap, atau tingkat. Diasumsikan 1 dimensi sinyal  $f$  dengan panjang sinyal sama dengan  $N$ . Tranformasi Haar level 1 untuk  $f = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ .

$$f \xrightarrow{H_1} (a^1 | d^1) \dots \dots \dots (3)$$

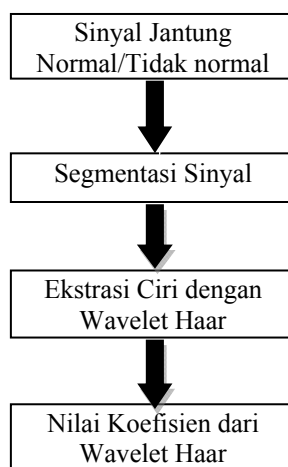
Dimana :

$$a^1 = \left( \frac{x_1 + x_2}{\sqrt{2}}, \frac{x_3 + x_4}{\sqrt{2}}, \dots, \frac{x_{N-1} + x_N}{\sqrt{2}} \right)$$

$$d^1 = \left( \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{2}}, \frac{x_3 - x_4}{\sqrt{2}}, \dots, \frac{x_{N-1} - x_N}{\sqrt{2}} \right)$$

Sinyal jantung yang telah dipilih berdasarkan jantung normal dan tidak normal, maka masing-masing sinyal diproses menggunakan Wavelet Haar level 4.

Sebanyak 200 sinyal jantung diekstrak untuk mendapatkan dua fitur khusus. 200 sinyal jantung data terdiri dari 100 normal dan 100 sinyal jantung yang tidak normal. Ekstraksi fitur sinyal jantung diambil dari proses Wavelet Haar dengan level 4. Pada gambar 2 diilustrasikan proses awal sampai pencarian ekstraksi ciri menggunakan metode Wavelet Haar.

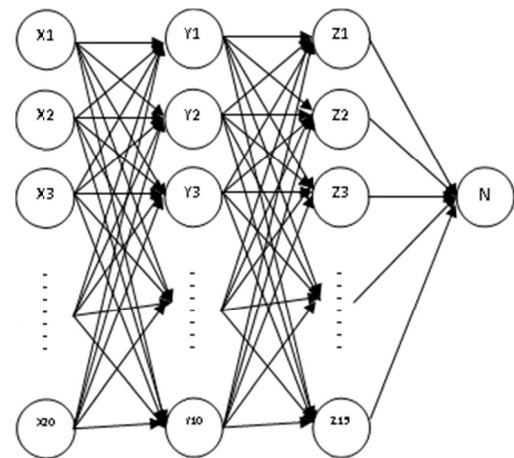


**Gambar 2.** Proses Pengambilan Nilai Ekstraksi ciri

### Klasifikasi Sinyal Jantung Menggunakan Jaringan Syaraf *Backpropagation*

Pada penelitian ini arsitektur jaringan dua *hidden layer* ini, yang akan digunakan terdiri dari 4 lapisan, yaitu lapisan masukan/input terdiri atas variabel masukan dari nilai Wavelet Haar, dua lapisan tersembunyi terdiri atas 10 unit *hidden layer* pertama, 15 unit *hidden layer* kedua dan lapisan keluaran/output terdiri atas 1 unit. Lapisan masukan digunakan untuk menampung variabel dari nilai ciri dari Wavelet Haar yaitu  $X_1$  sampai dengan  $X_{20}$  (dimana 20 adalah banyak nilai ciri dari Wavelet

Haar), sedangkan 1 lapisan keluaran digunakan untuk mempresentasikan klasifikasi pola, nilai 0 untuk sinyal jantung normal dan nilai 1 untuk sinyal jantung tidak normal.



**Gambar 3.** Arsitektur Jaringan Syaraf *Backpropagation* dengan 2 *Hidden layer*

Pada lapisan keluaran, unit-unit lapisan keluaran memberikan tanggapan yang disebut sebagai keluaran jaringan. Ketika keluaran jaringan tidak sama dengan keluaran yang diharapkan maka keluaran akan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) diteruskan ke lapisan masukan (*input layer*). Oleh karena untuk memperbaiki bobot digunakan tahap *Backpropagation* dari error. Error diminimalkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$SSE = \sum_{l=1}^k \sum_{k=1}^r (d_{lk} - o_{lk})^2 \dots \dots \dots (4)$$

Dengan nilai  $n$  merupakan jumlah sampel data, nilai  $r$  merupakan jumlah unit data, nilai  $d_{lk}$  merupakan output yang dikehendaki untuk sampel ke- $l$  dan unit output ke- $k$ , dan nilai  $o_{lk}$  merupakan output jaringan yang dikehendaki untuk sampel ke- $l$  dan unit output ke- $k$ .

Untuk mendapatkan error seminimalkan mungkin dari jaringan, dilakukan perbaikan atau perubahan setiap bobot pada sambungan lapisan masukan dan tersembunyi (*hidden*). Proses penurunan error terdiri dari dua tahap yaitu :

#### 1. Pada Lapisan Keluaran

Diawali dengan membandingkan keluaran jaringan *Backpropagation* dengan target. Error yang terjadi digunakan untuk memperbaiki tiap bobot sambungan. Error diminimalkan dengan persamaan berikut :

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (\beta_k)^2 \dots \dots \dots (5)$$

Dimana nilai  $\beta_k = (t_k - y_k)$

Dengan  $\beta$  adalah laju pembelajaran (*learning rate*) yaitu suatu parameter yang digunakan untuk mengontrol kecepatan perubahan nilai bobot sambungan dan bernilai antara 0 dan 1.

2. Pada Lapisan Tersembunyi

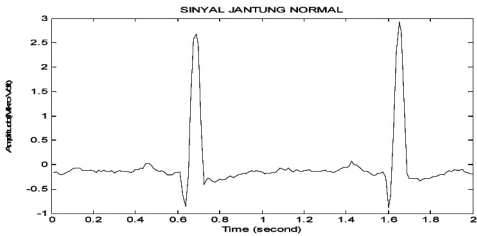
Bobot sambungan pada lapisan tersembunyi diperbaiki dengan cara yang mirip seperti pada lapisan keluaran, tetapi harga keluaran target tidak diketahui. Harga error (SSE) dapat diketahui berhubungan dengan nilai aktifasi pada lapisan ini dengan persamaan minimisasi error. Bobot sambungan tersembunyi dapat diperbaiki dengan persamaan berikut :

$$\Delta V_{ji}(t + 1) = V_{ji}(t) + \Delta V_{ji} \dots\dots\dots (6)$$

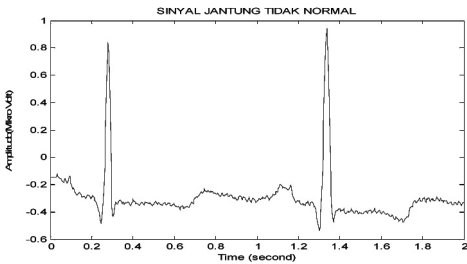
Dengan nilai  $\Delta V_{ji} = \alpha \cdot \delta_j \cdot X_i$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, transformasi Wavelet Haar digunakan untuk ekstrasi ciri dari sinyal jantung normal dan tidak normal. sinyal jantung normal dan tidak normal dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Sinyal jantung normal

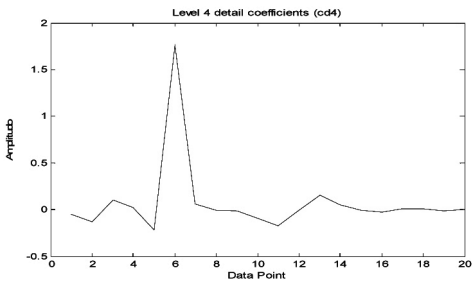


Gambar 5. Sinyal jantung tidak normal

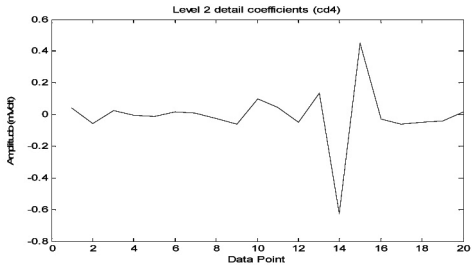
Hasil proses Wavelet Haar dalam bentuk vektor yang terdiri dari beberapa elemen data point. Pada penelitian ini menggunakan Wavelet Haar level 4, hasil dari proses wavelet haar dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah 200 file data sinyal jantung. Satu file sinyal jantung normal memiliki 350 poin data dan file sinyal jantung yang abnormal memiliki 80 point data.

Setelah melakukan proses ekstrasi ciri menggunakan Wavelet Haar, proses selanjutnya adalah mengklasifikasikan sinyal jantung normal dan sinyal jantung tidak normal. Klasifikasi sinyal jantung diproses menggunakan jaringan syaraf Backpropagation



Gambar 6. Hasil Wavelet Haar level 4 untuk sinyal jantung normal

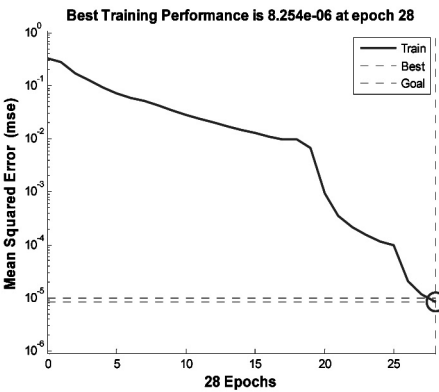


Gambar 7. Hasil Wavelet Haar level 4 untuk sinyal jantung tidak normal.

seperti yang ditunjukkan pada gambar 3, yaitu dengan menggunakan 2 *hidden layer*. pemrosesan akhir ini dilakukan setelah proses awal yaitu proses pencarian fitur menggunakan Wavelet Haar.

Ekstrasi ciri dari wavelet haar digunakan untuk input ke *backpropagation*, penelitian ini menggunakan dua hidden layer dengan formula *backpropagation* (20-10-15-1) angka 20 merupakan masukan dari nilai wavelet haar, angka 10 lapisan tersembunyi kesatu dengan jumlah node 10, angka 15 merupakan jumlah node pada lapisan tersembunyi kedua, dan angka 1 merupakan target (jantung normal dan jantung tidak normal).

Ada dua tahap untuk proses klasifikasi yaitu proses pembelajaran dan proses mapping. Proses pembelajaran menggunakan *parameter learning rate* 0,1 dan error yang harus dicapai 0,00001. Nilai untuk bobot yaitu acak dalam kisaran -1 sampai 1.



Gambar 8. Hasil *performance* kinerja identifikasi backpropagation (20-10-15-1)

Dalam mencari kinerja parameter yang optimal untuk menghasilkan nilai yang terbaik dari jaringan saraf adalah melakukan penilaian berdasarkan ukuran *Mean squared error* (MSE) dan jumlah dari unit layer tersembunyi pada saat *training*. Contoh hasil kinerja dapat ditemukan pada Gambar 8.

Hasil *performance* pada jaringan syaraf tiruan *backpropagation* 20-10-15-1 menunjukkan bahwa target error yang diinginkan sebesar 0,00001 sudah tercapai. Pada jaringan ini terjadi error 8,25.  $10^{-6}$  sehingga proses training untuk klasifikasi pada sinyal jantung ini sudah dapat mencapai 100 % akurasi. Hasil proses training untuk klasifikasi sinyal jantung dengan menggunakan jaringan 20-10-15-1 telah didapatkan nilai bias dan bobot. Setelah dilakukan proses *training*, proses selanjutnya adalah proses *testing*. Data yang digunakan pada proses uji coba ini adalah dengan mengambil data sebanyak 40 data sinyal jantung, yang terdiri dari 20 data sinyal jantung normal dan 20 data sinyal jantung tidak normal. Pada penelitian ini, data *training* dan data *testing* dengan jumlah data total 200 data menghasilkan tingkat akurasi sebesar  $186/200 * 100\% = 93\%$ .

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, peneliti memperkenalkan Transformasi Wavelet dengan mengambil wavelet

haar level 4 untuk mengekstrak fitur. jaringan syaraf *backpropagation* untuk proses klasifikasi. Data yang digunakan 160 data file sinyal jantung untuk pelatihan *backpropagation*. Pada proses pengujian digunakan data 200 data file sinyal jantung. Ketepatan klasifikasi *backpropagation* 93% untuk data uji dengan menggunakan 2 lapisan tersembunyi.

## REFERENSI

- 1) Glass L, Mackey MC. *From Clocks to Chaos: The Rhythms of Life*. Princeton, NJ: Princeton University Press; 1988.
- 2) Hindarto, dkk. *Aplikasi Pengukur Deteksi Detak dan Suara Jantung*. Jurnal Saintek, Volume 13, nomer 1, juni 2016.
- 3) Kohler, B.-U.; Hennig, C.; Orglmeister, R. The Principles of Software QRS Detection. *Engineering in Medicine and Biology Magazine IEEE*, vol. 21, pp. 42 – 57, January -February 2002.
- 4) I. Christov. Real Time Electrocardiogram QRS Detection Using Combined Adaptive Threshold. *BioMedical Engineering OnLine*, 2004. [cit: 2011-10-16]. [Online]. Available on internet: <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/3/1/28>.
- 5) Surda, J.; Lovas, S.; Pucik, J.; Jus, M. Spectral Properties of ECG Signal. *Radioelektronika*, 2007. 17th International Conference, Brno, Czech Republic, 24th – 25th April 2007, pp. 1 – 5.
- 6) Piotrowskia Z.; Rózanowski K. Robust Algorithm for Heart Rate (HR) Detection and Heart Rate Variability (HRV) Estimation. *ACTA PHYSICA POLONICA*, vol. 118, pp. 131 – 135, No. 1/2010.
- 7) Hindarto, dkk. Klasifikasi Sinyal Jantung Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Jurnal Saintek, Volume 13, nomer 2, Desember 2016.
- 8) Burrus, C.S., R.A Gopinath, and H. Guo, *Introduction to Wavelet and Wavelet Transform*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1998.

# Marketing Strategy Design Based On Online Consumer Behavior for Anime Action Figure at Multi Toys N Game Surabaya

I Made Ronyastra, Vicio Rizky Damar, Gunawan

Industrial Engineering – University of Surabaya

Surabaya – Indonesia

imade.ronyastra@yahoo.com

## ABSTRACT

*Multi Toys N Game is a store whose main business is selling action figures both offline and online which is currently under a heavy competitions from similar store. In order to win the competition, it needs a marketing innovations that should be based on the factors that can influence the customers, especially the online customers that will give it a better profit. The research revealed that characteristic of the buyer are male (86%), aged 19-24 (67%), student (60%), and with monthly expense of less than 3 million rupiah (71%). Most of the buyers are member of hobby community from where they are easily influenced in buying new action figures. 56% of the buyers actively using internet and social media on daily basis. The most popular product lines are nendoroid (51%), followed by gundam (48%). These behavior are then used to design marketing innovations to improve the online buying experience for its customers. The improvement should be made to cover at least three areas: price positioning, product range availability, and payment process options.*

**Keywords:** action figures, marketing, innovations, consumer behavior, online store

## INTRODUCTION

Action figure is a miniature of a character, which comes from movies, animation, as well as famous people. Action figure is made with a high level of detail and usually in limited quantity which made it become relatively expensive for most people and it became a collectors' item. Earlier, action figures are known from famous western films and animations with superheroes theme such as Batman, Spiderman, Ironman, etc. Aside from well-known films, there is also collection of famous artist action figures such as Elvis Presley [1]. However, nowadays Japanese action figures also getting more popular and attract many collectors interests. Action figure from Japan, or commonly referred to as Figurine, are inspired from Japanese animated film character figure, or so-called anime, it could be from comics (manga), or the character of the game. The products are made from plastic material, good quality, but also the price is not as expensive action figure in general. There are several categories in this figurine such as PVC, Nendoroid, Figma, Non Scale, and SHFarts [2].

Activities to buy and collect this figurine done by many collectors. Not only because of the worldwide popularity of Japanese animation and comics, but also is supported by the choice of colors and detail of the figurine, so that ordinary people were also interested to buy it, although the price is slightly cheaper than action figures in general.

The development of technology, especially the Internet, also supports consumers to buy. Online purchases, especially anime action figure (Figurine), also rose sharply. Vigorous online promotion from the companies, ranging from film screenings, comics

(manga), anime, merchandise, including figurine, made it famous worldwide, including Indonesia. One of the stores that sell the figurine is Multi Toys N Game which sell them both offline and online. Multi Toys N Game, is one of the largest toy store in Indonesia, which was founded in 2006, and already has several branches in major cities of Indonesia, such as Jakarta, Bandung, and Surabaya. The company is also an authorized distributor of several famous brands such as Good Smile Company, Bandai, etc.

Multi Toys N Game are facing an aggressive competition from similar stores. Some of the competitors take bold action by offering products at lower price but with same service quality. While the market for this product is keep expanding, Multi Toys N Game are required to change some of their marketing approach to attract more customers. The innovations need to be created by considering the factors that influence their customer in doing the purchase of figurine.

This research is focused on examining the online customer behavior and design the marketing innovations for Multi Toys N Game. The remainder of this paper are organized in several sections. Some literature review are presented in second section, followed by the research methodology in the third, data analysis in the fourth, and closed by conclusion in the fifth section.

## LITERATURE REVIEW

### Previous Researches

Some researcher have tried to examine the topic surrounding action figures. Purnama [3], conducted in depth interview with 8 persons who have at least 3 action

figures and elaborate further regarding the influencer of the buying decision. The research found that close relatives and friends are the major influencer in buying action figures by considering other factors such as product originality, availability and brand image.

The other angle taken by Hadinata [4], is the pricing strategy and its impact on the purchasing decision process. Using the purposive sampling technique, the research found that discount policy and action figure completeness helped to create positive image and impacting the purchasing decision. It is also highlighted that the integrity on the packaging, price label positioning, and employee service standard are important for the customers.

### Customer Behavior

Customer or consumer behavior theory highlighting the individual behavior concerning the decision process prior to purchase, as well as actions in obtaining, using, consuming, and spent product [5]. The theory of consumer behavior is also strongly supported by the purpose of consumers to a product sold in the market to maximize satisfaction[6].

Mowen and Minor [7] define consumer behavior as a study about purchasing unit and exchange process that involving acquisition, consumption, and disposal of goods, services, experiences and ideas. The exchange process is emphasized as inevitable for consumers where they exchange resources at their disposal for another resources. Consumer behavior can also be defined as the study on how individuals, groups, or organizations, choose, purchase, use, and put goods, services, ideas or experiences to satisfy their needs and wants[8].

Turban et al.,[9] stated that basically online consumer behavior have similarity with general consumer behavior. However, online consumer behavior has uniqueness which is then described in the stimulus-based decision models. The decision are affected by factors such as personal consumer characteristics, environmental characteristics, product features and services, traders and brokers, as well as the system of E-Commerce (technology, logistics, and customer service).

### Action Figures

According Sayono[10], action Figure is a character posing toy, made of plastic or other material and the characters are often drawn by movie characters, comics, video game or television shows. At first, the introduction of this action figure made by Stan Weston, a marketing manager at the toy company Hasbro, United States. He argued that the action figure comes from the figure that means an image like the human figure, characters and action which means it could be made to act or posed be doing an action. With this theory, then big toys corporations in the United States began to develop this line. Implementation action figure in the United States over to the superhero image taken from various

adaptations of Hollywood films, such as G.I Joe, Star Wars, Spiderman, Batman, Captain America, etc. Action Figure American version (western) is what distinguishes anime action figure (figurine) made in Japan. While anime action figure is heavily influenced by Japanese animation films (anime).

The presence of a wide variety of anime is then made some big companies make anime action figure. Well-known companies such as Bandai, Good Smile Company, Banpresto, AGP, and Square-Enix is then started their attention to this line. Anime action figure (figurine) refers to the model of people and objects, or they may model cars, buildings, plants, insects, prehistoric life, or imaginary items. In Asia, the role of animation and comics (ACG) is the prototype for generating anime action figure (figurine) as a collection[11].

### RESEARCH METHODOLOGY

This research are conducted following the flow as shown in figure 1.

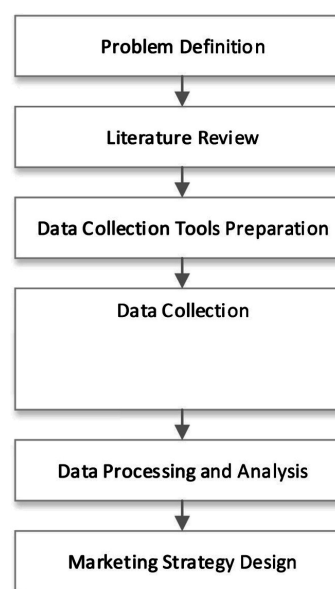


Figure 1. Research Flow

There are three major influencing factors to be assessed via questionnaire and interview namely personal and cultural factor, social factor, and psychological factors. These factors are then derived into questions to be answered by the respondents. The data collection are conducted through online survey using purposive sampling by sending the questionnaire to customers aged above 16 and either bought figurine online once in 2016 or owns at least two figurines. To support the data quality, several in depth interview are conducted with figurines collectors.

The data collected are then processed and analysed to find the customer behavior which will be the base

of designing the marketing innovations strategy. The marketing innovations strategy is focused on the e-marketing which includes 8P: product, price, promotion, place, people, process, physical evidence, and productivity and quality.

## **DATA ANALYSIS AND MARKETING INNOVATIONS DESIGN**

### **Data Analysis**

The data are gathered from 84 questionnaire responses and 11 interview respondents. Most of the respondents are male (86%), aged 19-24 (67%), student (60%), and with monthly expense of less than 3 million rupiah (71%). The fact that figurine are cheaper than the western action figures helped the lower income customer to afford in buying figurine. This type of customers are usually sensitive to price changes.

From the social factors, about 74% of respondents once joined in a hobby community and 64% of respondents are still active. 78% of respondents spent more than 4 hours daily on the internet and social media where they can be exposed to the stimuli of buying products through online channel. When doing transaction through online channel 71% respondents utilize the bank transfer as method of payment. The information of figurine can be obtained from close friends or relatives as claimed by 60% of respondents or online review (55%). This fact emphasized that social factors are highly influential to the information distribution that may lead to purchase of figurine.

The respondents most often use hobby as the reason in the purchase of anime action figure. They have to cultivate this hobby a minimum of at least the last year. There are different kinds of anime action figures are bought, like Gunpla, FIGMA, nendoroid, etc. Especially for respondents who buy Gunpla, they buy this type Grade High Grade and Real. In addition, they also buy anime action figure after getting to know some of the characters from anime titles or game that famous anime. An example is Fate Stay / Night, Idolm @ ster, Mobile Suit Gundam Iron Blooded Orphans, Love Live, Kantai Collection, or is derived from the character of the Vocaloid, which is not entered into anime, but had a big hand, like HatsuneMiku, Megurine Luka and Len Kagamine. The most popular product lines are Nendoroid (51%) and Gundam (48%).

Responding to the price of anime action figures tend to be expensive among the laity, the respondents respond with ease. As long as they think the quality of anime action figure comparable to the price offered, they still buy it. Related to the quality, the respondents also said that the brand image of the related company also affected. According to them, big companies such as Bandai or Good Smile Company has provided evidence of the good quality of products and services. Lastly, the problems

often encountered is the fluctuations in foreign currencies rate, especially the Japanese Yen. In addition, the limited inventory availability contribute to the price hike, plus if the item is limited or only sold in Japan.

The respondents were also asked whether they had ever shopped at Multi Toys N Game. Only 17 respondents answered yes, while the other are saying they did not buy from the store because they think the price offered are too expensive (18% of respondents) and they already a loyal customer of another store. This should provide a hint for Multi Toys N Game regarding their image in the customers' mind.

### **Marketing Innovations**

Some marketing innovations can be designed by using the findings in the questionnaire and interviews. The suggested marketing innovations are as followings.

#### ***Segmentation, Targeting, Positioning and Differentiation.***

The segmentation that can be used by Multi Toys N Game are geographic, demographic, and psychographic. Geographically, the market are divided into large cities such as Jakarta, Bandung, Surabaya, Medan, and Makassar and smaller cities such as Semarang, Jogjakarta, Solo, Serang, etc. Demographically, the market can be divided based on age group and create two large group of under or over 24 years old. The psychographic segmentations can divide the market based on the lifestyle of customers for example the amount of time spent online.

The target market of Multi Toys N Game should be defined as the customers that live in large cities, aged under 24 years old, and spend at least 4 hours daily on the internet and social media. To reach this target market, Multi Toys N Game need to position their company as a high service level at a fair price. The differentiation should be in terms of better service quality, better product availability, and better delivery.

#### ***The Marketing Mix.***

The 8 P's innovations for Multi Toys N Game are as following:

- **Product:** the product strategy should be improving the product availability as the core product. Multi Toys N Game should expand the product range by introducing new product line and keeping the customers updated with the latest anime series. The actual product should provide customers with genuine and high quality figurine. The augmented product can be in terms of better customer service or better delivery time.
- **Price:** the pricing strategy should be the more for the same where Multi Toys N Game offer higher service level at the same price as the competitors. Occasionally, some discount can be offered on selected items for loyal customers or offering free shipping to the customers' address. This strategy should be able to help the company maintain good

relationship with their loyal customers and attract new customers.

- **Place:** as the company wants to boost the online store, they should consider creating an online community where their customers can discuss about products, services, or giving comments about the company. But the main concern should be on the information security of their online store where they should be able to guarantee the personal data gathered from their loyal customers.
- **Promotion:** the effective promotions should be conducted in online platform as their target market are those who spend a hefty amount of time online. The company should utilize social media marketing as the information channel. The promotion can be in form of price discount, quantity discount, and series discount. Price discount can be offered for the clearance sale, quantity discount should be effective when promoting to community, and series discount can be given if a customers want to buy a series of products. Besides online promotions, the company can also create offline promotions by visiting the hobby community and introducing their new products. This should help the company to build rapport with the community and get their loyalty in return.
- **People:** when selling online, it is very helpful if the company can hire more customer service to deal with customers inquiries. If payroll budget limit this option, the company can choose to relocate their customer service staffs to city with the lowest minimum wage. The other human resource needed is the administrator and web designer to create good ambience when a customer visit the online store.
- **Process:** the current purchasing process is using 8 steps from selection until payment. The process should be simplified into maximum 4 steps as in some major e-market place such as blibli.com or lazada.com. The simplification will help the company to finalize the purchase sooner and reduce the probability of customers changing their mind. Another improvement can be made on the payment process, the company should be able to receive payment other than bank transfer or at least give another bank option other than BCA.
- **Physical Evidence:** to gain customers trust and loyalty, Multi Toys N Game must provide the physical address of their offline store at the homepage of the online store. To improve the user experience when shopping online, the website must consider ergonomics factors in deciding what colour to be used or what animation to be shown on the website. They can also utilize kansei engineering on the web design phase.

- **Productivity and Quality:** to improve the store's productivity and quality, Multi Toys N Game can conduct customers' satisfaction survey. They will get important data on how the image of the company seen by their customers.

## CONCLUSION

The development of technology has enabled companies to expand their store to online store that offers lower cost and higher profit. Multi Toys N Game need to recognize that their effort to get online customers are still far from the required. They must pay attention on the important aspects of the online customer behavior in buying figurines. The research revealed that price strategy is the main weakness of Multi Toys N Game besides the product range. To avoid price war, the company can choose to offer better service level so that the slightly higher price are justified. In addition, the company should add more product line to their store and provide their customers with more payment method options.

## REFERENCES

- [1] H. Setiaji, "detik finance," 4 4 2014. [Online]. Available: <http://finance.detik.com/read/2014/04/04/094314/2545234/4/asyiknya-memainkan-sekaligus-mengoleksi-action-figure>.
- [2] A. Kurniawan, "Perancangan Action Figure Center di Yogyakarta," Universitas Atmajaya, Yogyakarta, 2009.
- [3] G. E. Purnama, "Studi Eksploratori : Perilaku Konsumen Masyarakat Surabaya dalam Membeli dan Mengoleksi Mainan Action Figure," Universitas Surabaya, Surabaya, 2005.
- [4] P. Hadinata, "Strategi Harga dalam Menentukan Nilai Pelanggan dan Implikasinya terhadap Proses Keputusan Pembelian Action Figures Pelanggan Multi Toys N Game Bandung," Universitas Widyatama, Bandung, 2014.
- [5] B. Simamora, Panduan Riset Perilaku Konsumen, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [6] V. Gasperz, Ekonomi Manajerial: Pembuatan Keputusan Bisnis, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- [7] J. C. Mowen and M. Minor, Perilaku Konsumen, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2002.
- [8] P. Kotler and K. L. Keller, Perilaku Konsumen, Jakarta: PT. Index, 2008.
- [9] E. Turban, D. King, J. McKay, T. Liang and D. Turban, Electronic Commerce: A Managerial and Social Networks Perspective, Vienna: Springer International Publishing, 2015.
- [10] S. I. Sayono, Wibowo and H. Ariyanto, "Perancangan Action Figure Gundala Putra Petir," *Jurnal DKV Adiwarna UK Petra*, vol. 1, no. 2, 2013.
- [11] H.-C. Shiao, "The Impact of Product Innovation on Behavior Intention: The Measurement of the Mediating Effect of the Brand Image of Japanese Anime Dolls," *Anthropologist*, vol. 17, no. 3, pp. 777-788, 2014.



# Konsep Desain Warung Makan di Perumahan Kampung Pahlawan VII sebagai Pemenuhan Kebutuhan Konsumsi Wisatawan Religi Makam Malik Ibrahim Gresik (Studi Kasus: Warung Makan di Rumah Bapak Muchsin)

Ika Ratniarsih, Cindhi Dwi Permatasari

Jurusan Arsitektur, FTSP, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)

## ABSTRAK

Kota Gresik merupakan salah satu kota transit yang memiliki tempat bersejarah yang dapat dijadikan sebagai daya tarik wisata. Salah satunya adalah kompleks makam Malik Ibrahim yang terletak di desa Gapurosukolilo. Lokasinya bersebelahan dengan perumahan penduduk Kampung Pahlawan VII, dimana berpotensi menjadi peluang usaha dan dapat memenuhi kebutuhan fasilitas bagi wisatawan religi yang melewati Kampung tersebut. Peluang usaha ini dimanfaatkan penduduk Kampung Pahlawan VII dengan mengubah fungsi ruang depan pada rumah tinggal menjadi fasilitas umum antara lain warung makan, hal tersebut memberikan dampak bagi penghuni rumah antara lain batas zonifikasi antara rumah tinggal dan warung makan yang masih belum baik secara visual. Penggunaan metode penelitian deskriptif, survey lapangan dan pustaka bertujuan untuk mengidentifikasi dan mencari informasi secara actual dan tepat mengenai karakteristik objek studi/ objek pengamatan. Fungsi rumah tinggal yang berubah menjadi fasilitas umum warung makan milik Bapak Muchsin yang berada di Kampung Pahlawan VII nomor 50 Gresik sebagai obyek pengamatan. Dengan pertimbangan potensi lokasi fasilitas umum yang dekat dengan kompleks makam Malik Ibrahim maka penentuan konsep desain komunikatif, religi dan lokalitas budaya yang diterapkan pada tata ruang dan aspek elemen interior, diharapkan dapat menjadi solusi batas zonifikasi bagi penghuni rumah dan pemenuhan fasilitas bagi wisatawan religi.

**Kata kunci:** Warung Makan, Wisatawan Religi, Makam Malik Ibrahim Gresik

## ABSTRACT

Gresik was one of the transit city that has historic sites that can be used as a tourist attraction. One of them was the tomb of Malik Ibrahim complex located in the village Gapurosukolilo. The location adjacent to a residential population of the Kampung Pahlawan VII, which could potentially be a business opportunity and can meet the needs of facilities for religious travelers who pass through the Kampung. This business opportunity was utilized residents in Kampung Pahlawan VII by converting the front room at the residence became the food stalls as the public facilities, it give effect to the occupants of the house include zonifikasi boundary between the houses and food stalls that were still not well visually. By using the methods of descriptive research, field surveys and literature aims to identify and search for actual and precise information about the characteristics of the object of study / object of observation. The function of dwelling house turns into a food stalls as public facility owned by Mr. Muchsin was located in the Kampung Pahlawan VII number 50 Gresik as the object of observation. In consideration of the potential location of public facilities near the tomb complex Malik Ibrahim, the determination of the design concept of communicative, religious and cultural localities that applied to spatial and aspects of interior elements, is expected to be a solution zonifikasi limit for residents and fulfillment facilities for religious travelers.

**Keywords:** The food stalls, Travelers Religion, Tomb of Malik Ibrahim Gresik

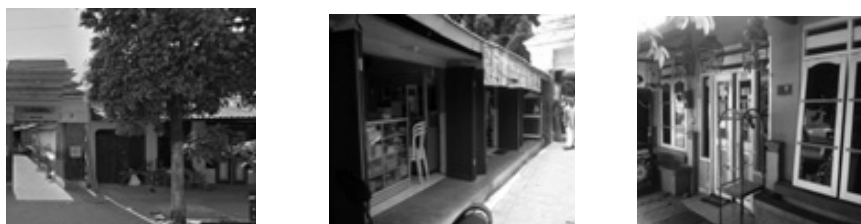
## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam buku yang berjudul *The History of Java*, Thomas Stamford Raffles mengungkapkan asal mula nama Gresik. Kata Gresik berasal dari *giri gisik*, yang berarti gunung di tepi pantai. Nama ini merujuk pada kondisi topografi Gresik yang berada di pinggir pantai. Kabupaten Gresik adalah Kabupaten yang sangat kental dengan perjuangan dan keagamaan, beberapa tempat bersejarah masih dibiarkan utuh, yang sebenarnya dapat dijadikan sebagai daya tarik wisata. Sejarah & perkembangan Makam Syekh Maulana Malik Ibrahim atau Sunan Gresik berasal dari Persia. Beliau berdakwah

di Gresik hingga akhir wafatnya yaitu pada tahun 1419 M. Makamnya terkenal sebagai pintu gerbang timur (gapura wetan). Kompleks Makam Maulana Malik Ibrahim terbagi menjadi dua halaman. Halaman selatan dimanfaatkan sebagai lahan fasilitas, sedangkan halaman utara merupakan halaman utama yang di dalamnya terdapat Makam Maulana Malik Ibrahim.

Lalu lalang wisatawan religi di makam Syekh Maulana Malik Ibrahim membuat penduduk sekitar kompleks makam berinisiatif untuk membuka usaha, hal ini tentu dilandasi oleh kebutuhan masyarakat dan sosial. Pembangunan peluang kepariwisataan dilakukan secara menyeluruh, terpadu agar saling menunjang. Mengacu pada hal tersebut maka penataan, pengelolaan



**Gambar 1.** Kiri: Foto Rumah tahun 1994. Kanan: Rumah yang telah menjadi fasum warung makan 2016 (Sumber: googlemaps 2016).



**Gambar 2.** Foto satelit rumah bapak Muchsin (Sumber: googlemaps 2016).

dan pengembangan sebuah kawasan membuat perubahan yaitu rumah tinggal menjadi fasilitas umum yang memiliki potensi pariwisata yang besar agar tetap berkelanjutan. Dengan adanya kesempatan ini Muchsin dan Rodhiyah berinisiatif untuk membuka warung makan pada tahun 1994 atau sekitar 1 Maulud bulan Arab.

#### Permasalahan

Makam Malik Ibrahim dijadikan kawasan wisata religi di kota Gresik, banyak wisatawan religi yang berdatangan dari berbagai macam kota di Indonesia. Lokasi Kampung Pahlawan gang VII yang berdampingan dengan Komplek Makam Malik Ibrahim, terkena dampak kegiatan wisata religi tersebut, antara lain pemenuhan fasilitas makan dan minum para wisatawannya. Pada dasarnya warung makan adalah tempat publik yang sering di digunakan untuk beraktivitas dan bertransaksi wisatawan.

Rumah Bapak Muchsin, sejak menjadi warung makan fungsi dan aktivitas rumah tinggalnya pun berubah, suasana ruang yang menjadi ramai dengan lalu lalang wisatawan religi sebagai konsumen, dampaknya adalah kesunyian dan ketenteraman dalam ruang berubah menjadi sedikit ramai. Setelah terjadi perubahan fungsi ruang pada rumah tinggal, ada beberapa permasalahan yaitu :

- Perubahan sirkulasi masuk ke dalam rumah, yang awalnya sirkulasi masuk dan keluar rumah terpisah, kini menjadi satu yaitu pintu menuju warung makan, pintu untuk bongkar muat barang, sirkulasi pembeli dan pengelola warung makan.
- Perubahan orientasi tampilan rumah /warung, yang awalnya hanya berorientasi ke Jalan Malik Ibrahim, kini tampilan depan dari rumah/warung ini berorientasi ke dua arah, yaitu arah depan (ke Jalan Malik Ibrahim) dan samping (ke Kampung Pahlawan VII), karena letak rumah ini strategis yaitu berada di ujung jalan.

- Perubahan aspek elemen interior terkait masalah penataan perabot yang ditata seadanya, tidak ada rak untuk penyimpanan barang dan penggunaan warna cat dalam ruangan sehingga membuat kesan ruang menjadi sempit. Tidak adanya zonifikasi tempat untuk bongkar muat barang yang mengakibatkan bongkar muat dilakukan pada satu akses masuk. Hal tersebut kurang baik karena akses pintu masuk ke dalam gudang penyimpanan akan menjadi satu dengan akses konsumen warung makan.



**Gambar 3.** Interior Rumah Tinggal (Sumber: Data Pribadi, 2016).



**Gambar 4.** Ruang transit di dalam rumah dan interior warung makan. (Sumber: Data pribadi, 2016)

Keterangan: Kedua gambar ini menunjukkan kurang tertatanya perabot di dalam ruang dan terkesan asal diletakkan saja. Selain itu mengesampingkan kenyamanan di setiap sisi dalam rumah.

#### Kajian Teori

Rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga. (UU No.4 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman). Turner (dalam Jenie, 2001: 45) mendefinisikan tiga fungsi utama yang terkandung dalam

sebuah rumah tempat bermukim, yaitu: 1) Rumah sebagai penunjang identitas keluarga (*identity*) yang diwujudkan pada kualitas hunian, memiliki tempat berteduh guna melindungi diri dari iklim setempat. 2) Rumah sebagai penunjang kesempatan (*opportunity*) dalam kehidupan sosial budaya dan ekonomi atau fungsi pengembalian keluarga. Kebutuhan dalam pemenuhan kebutuhan sosial guna mendapatkan sumber penghasilan. 3) Rumah sebagai penunjang rasa aman (*security*) Jaminan keamanan atas lingkungan perumahan serta jaminan keamanan berupa kepemilikan rumah dan lahan (*the form of tenure*).

Tempat Usaha adalah tempat yang digunakan untuk kegiatan-kegiatan perdagangan, kriteria, produksi, usaha jasa, penyimpanan-penyimpanan dokumen yang berkenaan dengan perusahaan, juga kegiatan-kegiatan penyimpanan atau pameran barang-barang, termasuk rumah tempat tinggal yang sebagian digunakan untuk kegiatan-kegiatan tersebut. (Pasal 1 UU Nomor 2 Tahun 1981 Tentang Metrologi Legal)

Sirkulasi menurut Francis DK Ching (2014), jalan sirkulasi dapat diartikan sebagai tali yang terlihat sehingga dapat menghubungkan ruang - ruang suatu bangunan atau suatu deretan dalam ataupun ruang luar secara bersama. Untuk sirkulasi yang melewati ruang, integritas setiap ruang dipertahankan dan konfigurasi jalurnya fleksibel. Dalam memotong sebuah ruang, sirkulasi membentuk wilayah-wilayah tertentu untuk aktivitas dan gerak dalam ruang tersebut.

Norbert Lechner (2008) menyatakan bahwa sirkulasi udara (penghawaan) & pencahayaan pada ruangan sebaiknya bersumber pada cahaya alami. Cahaya alami (yang berasal dari matahari) yang masuk ke dalam ruangan dapat membersihkan ruangan sekaligus menghangatkan ruangan agar tidak lembab.

METODOLOGI

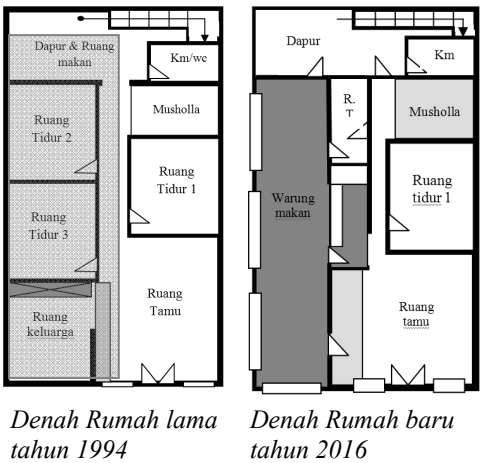
Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi dan mencari informasi secara actual dan tepat mengenai karakteristik objek studi. Maka penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif, yang bertujuan untuk mengetahui segala informasi yang berkenaan dengan dengan objek studi perubahan rumah tinggal sederhana menjadi fasilitas umum secara detail dan terinci. Selain itu juga dilakukan pengamatan dan mempelajari secara intensif secara langsung keadaan dan kondisi di lapangan yang dijadikan objek pengamatan. Sebagai objeknya yaitu fungsi rumah tinggal yang berubah menjadi fasilitas umum warung makan milik Bapak Muchsin yang berada di Kampung Pahlawan VII nomor 50 Gresik (sekitar kompleks makam Malik Ibrahim ).

Langkah pelaksanaan penelitian ini adalah mengkaji permasalahan yang ada dalam proyek yang sesuai dengan standart yang ditetapkan sebagai berikut pertama dilakukan adalah mencari latar belakang yang berasal

dari permasalahan atau potensi yang ada di lingkungan / masyarakat yang dalam hal ini dibatasi lingkup Gresik khususnya kompleks makam Malik Ibrahim. Kemudian merumuskan masalah yang ditemukan selanjutnya dianalisa manfaat dan peluang untuk ditindak lanjuti, sehingga didapatkan objek yaitu perubahan rumah tinggal menjadi fasilitas umum, mencari dan mengumpulkan data berupa kajian teoritis yang didapatkan dari sumber pustaka serta melakukan studi kasus yang dalam hal ini jenis kegiatan yang dilakukan yaitu studi lapangan guna dikaji dan dianalisis sesuai dengan variable hingga didapatkan kesimpulan akhir berupa tatanan ruang dan elemen interior warung makan yang menunjang kebutuhan wisatawan religi mendapatkan konsumsi, kemudian data-data dari hasil kesimpulan studi kasus tersebut dapat dibuat konsep desain/rancangan kemudian dijadikan acuan dalam proses pembuatan desain interior untuk fasilitas umum warung makan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumah Tinggal Bapak Muchsin terletak di ujung Kampung Pahlawan VII, rumah tersebut dapat diakses dari jalan Malik Ibrahim, dari Kampung Pahlawan VII dan dari Kampung Pahlawan V. Lokasi rumah bersebelahan dengan lokasi Makam Malik Ibrahim Gresik. Luas rumah sekitar 104 meter persegi dan dihuni oleh 5 (lima) orang. Proses perubahan rumah tinggal menjadi fasilitas umum ini mengambil peluang untuk menambah tingkat kesejahteraan penghuni rumah juga untuk memenuhi kebutuhan fasilitas umum yang terkait dengan fasilitas pemenuhan makanan dan minuman bagi wisatawan religi Makam Malik Ibrahim Gresik. Perubahan tersebut menimbulkan masalah antara lain pembagian ruang dan zonifikasi serta sirkulasi yang kurang baik karena berkurangnya fungsi ruang yang berubah menjadi fasilitas umum.



Gambar 5. Denah Rumah lama tahun 1994 dan Denah Rumah baru tahun 2016 (Sumber: sketsa pribadi, 2016)

Dari sketsa denah diatas didapatkan bahwa, perubahan fungsi ruang pada rumah bapak Muchsin terjadi pada ruang tidur 2 dan ruang tidur 3 juga ruang keluarga yang diubah menjadi warung makan. Perubahan fungsi ruang tersebut akhirnya membuat ruang tidur utama dan ruang tidur 3 dirubah dan di persempit.

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa perubahan fungsi ruang terdapat 6 macam,

- Ruang tidur 1 yang diperpanjang ke bawah.
- Terdapat 2 pintu pada ruang tidur 2
- Adanya pintu pembatas untuk akses menuju dapur.
- Ada pintu menuju dapur dari arah warung makan
- Ada pintu yang langsung menuju ruang tamu dan ada juga pintu masuk menuju warungnya sendiri.
- Kotak yang diarsir warna biru merupakan bagian warung makan yang di sewakan kepada orang lain untuk dijadikan toko yang menjual makanan dan minuman.

#### Aspek Pelaku

Dimensi ruang untuk fasilitas umum warung makan ini cukup luas, sehingga pemilik dapat memperhatikan nilai jual barang dengan mudah, apalagi warung makan ini juga banyak menyediakan menu makanan yang khas Gresik maupun Arab, tapi peluang ini tidak dimanfaatkan dengan baik oleh pemilik warung makan, menu makanan tambahannya dibiarkan kosong dan tidak segera di perbarui sehingga membuat konsumen merasa sudah tidak berjualan menu lainnya.

Zona dan dimensi ruang yang cukup luas serta potensi untuk menjual menu makanan lain tidak dihiraukan membuat warung ini tampak luas dan kosong, karena



**Gambar 6.** Foto warung makan sebelum mengalami perubahan/ survey lapangan bulan februari (Sumber: Data Pribadi, 2016).



**Gambar 7.** Foto warung makan, di tempat yang sama sudah mengalami perubahan letak gerobak menu/survey lapangan bulan maret (Sumber : Data Pribadi, 2016).

cenderung kurang memanfaatkan potensi dengan semaksimal mungkin. Jika memperhatikan dimensi ruang, zonifikasi dan penataan perabot maka pemilik bisa berpotensi meraup keuntungan sehingga bisa menambah *income* keluarga.

Untuk menarik pengunjung warung makan, pemilik mencoba memindahkan peletakan perabot, namun pengelola kurang memperhatikan zonifikasi untuk lalu lintas barang baru (*loading dock*) dengan zona konsumen sehingga masih dibiarkan menjadi satu zona. Sirkulasi barang, penghuni maupun konsumen masih bercampur, hal ini kurang efektif dan apabila dipandang secara visual kurang estetik.

Lalu lalang wisatawan religi yang sering memperhatikan pengelolaan warung makan ini dari waktu ke waktu mengalami perubahan letak. Penghuni memperlihatkan menu makanan yang awalnya terletak di depan dan berada di dalam warung. Karena penghuni/pemilik warung makan kurang memperhatikan pembaharuan barang dan menu makanan, wisatawan religi beranggapan bahwa menu makanannya sudah tidak dijual lagi dan gerobak hanya sebagai pelengkap. Saat warung sedang ramai, pengunjung yang ingin memesan makanan dapat berbaris, sirkulasinya tidak jelas. Ada wisatawan religi yang tidak mau antri, sehingga tidak enak dilihat secara visual, selain itu karena tapak yang luas ini tidak juga diimbangi dengan pembagian zona untuk pengelola, barang yang di stock ulang dan konsumen/wisatawan.

#### Aspek Lantai, Dinding, Plafon

Material lantai dari tegel berukuran 30x30cm dengan pola *grid* motif polos berwarna putih, kondisi lantai ini masih sangat baik dan terawat. *Finishing*-nya di bagian ujung diberi pola keramik sebagai pembatas. Kesan lantainya luas karena monoton dan tidak adanya pembagian zona untuk *loading dock* barang, konsumen/wisatawan maupun pemilik.



**Gambar 8.** Kondisi lantai warung makan (Sumber : Data Pribadi, 2016).



**Gambar 9.** Kondisi dinding warung makan (Sumber : Data Pribadi, 2016).



Gambar 10. Kondisi plafon warung makan (Sumber: Data Pribadi, 2016).

Keterangan: Jenis lampu yang digunakan adalah lampu LED bulat

Aspek dinding warung makan ini berupa partisi multipleks yang di-*finishing* dengan cat berwarna cerah. Dari segi pemilihan warna, warna terang cocok diterapkan di dinding warung makan ini, karena warna hijau itu memberikan kesan sejuk dan warna kuning memberikan kesan hangat, selain itu warna hijau adalah warna kesukaan pemilik warung makan. Pemberian warna cerah juga difungsikan agar mengurangi penggunaan energi di dalam ruang.

Dalam kenyataannya warna yang kontras justru memberikan kesan panas dan menyilaukan, hal ini terjadi akibat kurangnya teknik kombinasi maupun adanya corak, warna kontras ini dibiarkan polos, tidak diberi motif untuk memecah kekontrasannya. Pemberian motif ini juga dimaksudkan untuk memberi aksentualitas pada warung makan. Warung makan ini dapat menjadi pembeda dengan warung makan lain, karena letaknya yang dekat dengan wisata religi, hal ini dapat dilakukan dengan memberikan aksen pada salah satu dinding.

Warung makan ini sudah diberi plafon untuk menangkal debu dari atap dan menghalau panas matahari, plafonnya sendiri terbuat dari multipleks putih dan di-*finishing* dengan plamir, kondisinya masih baik dan tidak mengalami kerusakan, Pemasangan titik lampu dan pemilihan jenis lampunya sudah baik guna menunjang konsumen warung makan. Plafonnya tampak monoton dan terkesan luas karena tidak bermotif dan kurang estetik.

Aspek Perabot, Pencahayaan, Penghawaan

Perabot yang terletak di warung makan ini hanya sederhana, berupa etalase, seperangkat meja dan kursi makan, gerobak *freezer* minuman dingin, kursi dan sapu,

rak etalase dan gerobak makanan kondisinya masih baik dan terawat, yang digunakan untuk meletakkan barang agar rapi dan memiliki nilai jual tinggi. Adanya rak etalase ini sepertinya kurang diperhatikan penggunaannya oleh pemilik membuat pemandangan yang kurang estetik, tetap saja tidak rapi. Hal ini disebabkan karena tidak adanya gudang penyimpanan. Padahal tampak depan warung makan seharusnya memberikan kesan *visual* yang baik untuk menarik konsumen.

Arah cahaya matahari sudah cukup di fasilitas umum ini, karena posisinya yang terletak di ujung jalan dengan dua *view*, yaitu dari arah samping dan depan. Pencahayaan erat kaitannya dengan penghawaan. Untuk penghawaan di sekitar warung makan ini sudah cukup baik. Karena warung makan ini sudah membuat pergerakan angin berhembus di sebar ke seluruh penjuru sisi. Untuk itu ditiadakan jendela namun langsung pintu. Pencahayaan membuat warna cat warung makan ini terasa sangat menyilaukan sehingga menciptakan kesan panas.

Aspek Lingkungan sekitar

Kompleks Makam Malik Ibrahim yang letaknya sangat berdekatan dengan lokasi warung makan, maka wisatawan religi yang membutuhkan konsumsi bisa dengan mudah mencapai lokasi warung makan tersebut. Posisi pintu masuk/keluar Makam sebelah utara letaknya berseberangan dengan lokasi warung makan. Karena lokasi sangat berdekatan dengan makam dan sirkulasi lalu lalang wisatawan religi di warung makan serta suara doa-doa yang terdengar dari kompleks makam sehingga nuansa dan kesan religi akan berpengaruh terhadap kesan tampilan dan tata interior warung makan.



Gambar 11. Jenis dan model perabot warung makan (Sumber: Data Pribadi, 2016).

Tabel 1.

No	Aspek	Hasil Analisis	Solusi	Konsep Desain
1.	Pelaku	Pengelola belum memperhatikan dimensi perabot dan barang yang di jual untuk menarik perhatian konsumen warung makan. Area warung makan ini sangat luas namun belum dimanfaatkan dengan baik. Pengelola cenderung tidak memperhatikan pembagian zona untuk pengunjung agar tidak saling bersenggolan.	Sirkulasi yang baik dan tidak membingungkan akan mempunyai pengaruh pada kelancaran transaksi dan pola peletakan perabot di warung makan ini.	Konsep komunikatif, religi dan lokalitas budaya
2.	Aspek Lantai, Dinding, Plafon	Kondisi lantai ini masih sangat baik dan terawat. <i>Finishing</i> -nya di bagian ujung diberi pola keramik sebagai pembatas. Kesan masih monoton tidak adanya pembagian zona untuk barang, konsumen maupun pengelola  Kurangnya penekanan untuk dinding di warung makan ini membuat kesan warung makan ini sama dengan warung makan lain, karena letaknya yang dekat dengan wisata religi harusnya memberikan perbedaan dari tampilan visual.  Kondisi plafon sudah baik, pemi-lihan jenis lampu yang ramah lingkungan, tapi masih berkesan monoton	Zona pada pola lantai sebagai batas dan arah pengelola dan konsumen.  Pemberian aksentualitas di salah satu dinding sebagai keindahan dan daya pikat konsumen warung makan  Plafonnya di percantik dengan memberi listwood sehingga memberi kesan luas dan estetis	
3.	Aspek Perabot, Pencahayaan, Penghawaan	Penggunaan rak etalase yang kurang diperhatikan penggunaannya oleh pengelola membuat pemandangan yang kurang estetis. Hal ini disebabkan karena tidak adanya gudang penyimpanan.  Pencahayaan dan penghawaan sudah cukup baik, karena posisinya yang terletak di ujung jalan dengan dua view, yaitu dari arah samping dan depan.	Membuat perabot multifungsi yang memisahkan barang yang dijual dan barang yang disimpan.  Mempertahankan pencahayaan dan penghawaan alami yang sudah baik	
4.	Aspek Lingkungan sekitar	Area warung makan dan area makam Malik Ibrahim yang sangat berdekatan, sehingga kesan religi makam mempengaruhi nuansa dan suasana warung makan	Mempertahankan kesan religi	

Berdasarkan pembahasan aspek-aspek tersebut diatas, maka didapatkan proses konsep seperti pada Tabel 1.

Konsep komunikatif diterapkan untuk pengaturan sirkulasi dan zonifikasi yang jelas bagi pengelola dan pengunjung wisatawan. Kejelasan tersebut dapat dicapai dengan desain pola lantai, tata perabot dan penempatan aksentualitas di salah satu dinding dan ornamen pada plafon.

Konsep religi dan lokalitas budaya diterapkan pada aspek elemen interior dengan desain khas kota Gresik dengan akulturasi budaya Jawa dan budaya Arab.

## KESIMPULAN

Pemenuhan Kebutuhan Konsumsi Wisatawan Religi Makam Malik Ibrahim di wilayah Perumahan Kampung Pahlawan VII Gresik, berdampak terhadap fungsi, suasana dan tampilan tata ruang perumahan, salah satunya rumah Bapak Muchsin, yang mengalami perubahan dari rumah tinggal menjadi rumah + warung makan. Warung makan yang dibuka oleh Bapak Muchsin ini secara tampilan sudah menarik, dari ke empat aspek kenyamanan sudah memenuhi. Kenyamanan suhu ruang yang dihadirkan dalam warung makan ini

didapatkan dari tatanan dan suasana yang mempengaruhi psikospiritual apalagi letaknya yang berada di sebelah kiri Makam Malik Ibrahim Gresik.

Untuk menghubungkan jalan utama dengan ruang-ruang dapat digunakan ruang perantara .ruang perantara dalam warung ini sudah tersedia yaitu ada yang bersebelahan dengan ruang tamu, ruang tengah dan ruang keluarga. Untuk sirkulasi udara di buat dengan ventilasi-ventilasi. Sedangkan ventilasi pada rumah ini sangat kurang, udara yang masuk dari pintu mengumpul di dalam ruangan, karena bukaan di rumah ini sedikit dan tertutup karena juga digunakan untuk warung makan yang setengah ruang dari keseluruhan rumah. Sirkulasi udara sendiri hanya dari *dag* atas rumah yang sengaja dibuat untuk ruang jemur.

Dengan adanya hasil analisis dan solusi permasalahan yang ada di warung makan Bapak Muchsin, maka didapatkan konsep komunikatif, religi dan lokalitas budaya, yang mana penerapan konsep desainnya sebagai berikut :

- ✓ Aspek sirkulasi :  
Sirkulasi barang, pengelola dan konsumen/pengunjung/wisatawan religi harus diperhatikan lagi, karena warung makan ini memiliki potensi besar untuk pengembangan zona.

## ✓ Aspek lantai, dinding dan plafon :

Pola lantai pemberian zona pada pola lantai untuk barang, pengelola maupun konsumen/pengunjung/wisatawan religi. Dinding warung makan ini memiliki peluang besar apabila memiliki ciri khas yang berbeda dengan warung makan lain yang tidak dekat dengan tempat wisata, hal ini dapat ditunjang dengan pemberian aksentualitas di salah satu dindingnya.

Desain plafon dapat dibuat secantik mungkin dengan memberi *listwood* sehingga memberi kesan luas, estetik dan untuk memecah kebosanan dan kontrasan pada dinding.

## ✓ Aspek perabot, pencahayaan, penghawaan :

Perabot multifungsi yang diletakkan dan tertata rapi dapat memisahkan barang yang disimpan dan yang akan dijual serta akan memudahkan konsumen untuk mengetahui menu apa saja yang disediakan di warung makan ini. Pencahayaan dan penghawaan alami masih sangat baik di dalam warung makan ini serta menunjang kenyamanan pengelola dan konsumen/pengunjung/wisatawan religi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Turner, John FC, **Freedom to Build**, The Micmilland, New York, 1972
2. Dirjen Cipta Karya, **UU RI no 4 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman**, pasal 5 s/d pasal 17.
3. Kasdi, Aminudin, **Babad Gresik: Telaah Historiografis dalam Studi Sejarah**, Universitas Press IKIP Surabaya, 1997.
4. Lechner, Norbert, **Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects 3<sup>rd</sup> ed.**, Wiley 2008.
5. D.K Ching, Francis, **Architecture: Form, Space, and Order 4<sup>rd</sup> ed.**, John Wiley & Sons 2014.
6. Dewi Aryanti, Antariksa, Soesanto San, **Pengaruh Kegiatan Berdagang terhadap Pola Ruang Dalam Bangunan Rumah Toko di Kawasan Pecinan Kota Malang**, DIMENSI (Journal of Architecture dan Build Environment) volume 33 nomor 1 tahun 2005. Availabel from: <http://dimensi.petra.ac.id/index.php/ars/article/view/16272>. Accessed June, 23, 2016.
7. Hidayat Wahyu Deby, 2015, **Perancangan Interior Cafe dan Restoran Khas Surabaya di Jalan Embong Malang Surabaya**, Intra, volume 3 nomer 2 tahun 2015. Available from: <http://studentjournal.petra.ac.id/index.php/desain-interior/article/view/3533>. Accessed July 12, 2016.

# Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan Webcam

## Design Language Signal Recognition Applications Using Webcam

Mimin F Rohmah, Ronny M Akbar, Dewi Puji P  
miminfr@gmail.com  
Teknik Informatika, Universitas Islam Majapahit  
Jl. Raya Jabon Km. 07 Mojokerto

### ABSTRAK

Tuna Rungu adalah kelainan pada pendengaran yang mengakibatkan seseorang tidak dapat mendengar sebagian suara maupun tidak bisa mendengar suara sama sekali dari sekitarnya. Kelainan tunarungu bisa disebabkan dari seseorang itu sejak lahir maupun kehilangan pendengarannya karena kecelakaan yang dialami. Dengan kelainan pendengaran yang dialami para penderita juga otomatis kesulitan dalam berbicara atau berkomunikasi dengan orang sekitar. Bahasa isyarat merupakan salah satu alat komunikasi sesama penyandang tuna rungu. Masalah yang terjadi adalah apabila penyandang tuna rungu ini melakukan komunikasi dengan orang normal karena tidak semua orang mengerti bahasa yang dimaksud oleh para penyandang tuna rungu ini. Maka dari permasalahan ini, penulis mencoba memberi solusi dengan merancang aplikasi pengenalan bahasa isyarat yang ditujukan kepada anak-anak usia dini yang mengalami permasalahan dalam pendengaran. Dalam aplikasi ini pemakai/user tinggal memasukkan input-an berupa gerak tangan sesuai dengan simbol-simbol Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) yang kemudian gambar akan ditangkap (capture) oleh sistem yang diproses kemudian diterjemahkan dalam huruf alphabet. Diharapkan aplikasi ini juga memberi semangat buat anak-anak penyandang tuna rungu karena bisa mendapatkan pola belajar yang baru.

**Kata kunci:** Tuna Rungu, SIBI, Capturing, Thresholding, Bahasa Isyarat

### ABSTRACT

The deaf person is the problem of hearing that was caused someone can't hear. The abnormality could be cause from born or the accident. The deaf person would be faced the difficulty in speaking or communicate with other people. Sign language is one of the communicating tools that was used by a deaf mute person. The problem that was occurred in this case was if the deaf person communicate with normal person used sign language, they couldn't understand what the deaf person means. So that, the writer try to give the solution. The writer was designed language signal recognition applications on children that was faced hearing problem. In this application, the user input hand movement agree with the symbols of SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) and then the picture will be capture by the system. After that, it was translate into alphabet. Hopefully, this application gave spirit for the deaf children because they got new learning models.

**Keywords:** Deaf, SIBI, Capturing, Thresholding, Sign Language

### PENDAHULUAN

Di dalam zaman globalisasi seperti ini perkembangan teknologi informasi sangat mempengaruhi dalam beberapa bidang terutama di industri, bisnis maupun di bidang pendidikan. Dengan perkembangan teknologi informasi yang sangat cepat, misalnya internet, informasi dapat didapatkan dengan mudah dan cepat. Dalam bidang pendidikan dituntut untuk dapat menciptakan Sumber Daya Manusia (SDM) yang mampu beradaptasi dengan lingkungan pekerjaan serta memiliki inisiatif dan kreativitas yang tinggi baik untuk seorang yang mempunyai kondisi tubuh yang sempurna maupun ada keterbatasan khusus.

Perkembangan teknologi harus bisa dirasakan oleh semua kalangan tanpa terkecuali sehingga pengaruh adanya teknologi pada masyarakat akan lebih memudahkan maupun menguntungkan untuk kehidupan di dunia nyata. Misalnya pendidikan teknologi juga harus

mulai diterapkan untuk anak-anak yang mempunyai keterbatasan khusus agar kemampuan yang mereka dapat juga sama seperti orang-orang di luar sana yang mempunyai bentuk fisik yang sempurna. Contoh kasus pada anak yang mempunyai keterbatasan khusus bagaimana seharusnya supaya proses belajar mengajar yang sedang berjalan akan mudah diserap, dipelajari untuk para murid maupun guru. Sehingga dengan adanya perkembangan teknologi ada baiknya kita mampu menciptakan atau merancang suatu aplikasi maupun metode belajar yang akan lebih mudah dipelajari oleh para murid, sehingga mereka lebih semangat untuk selalu belajar dan mendorong para siswa untuk lebih bisa menyalurkan segala kemampuan yang dimilikinya.

Oleh karena itu penulis akan merancang sebuah “Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan Webcam”.

Yaitu sebuah aplikasi pembelajaran yang menarik bagi para murid berkebutuhan khusus ini yang diharapkan



akan memacu semangat belajarnya dan akan mudah di diterima dalam penyampaian materi pelajaran. Aplikasi yang akan dirancang berupa aplikasi pembelajaran untuk para murid mengenal huruf dasar abjad maupun angka. Dan akan di desain sederhana sehingga para murid, guru maupun keluarga yang bersangkutan akan lebih mudah mempelajarinya.

Untuk perumusan masalah yang dibuat akan merujuk pada beberapa aspek permasalahan yang terkait, yaitu :

Bagaimana perancangan aplikasi ini supaya mudah di terapkan dalam menunjang proses belajar?

Agar penyusunan penelitian ini lebih terarah, maka lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut :

1. Studi kasus dilakukan di Sekolah Luar Biasa (SLB) Pertiwi Kota Mojokerto
2. Output aplikasi ini berupa huruf maupun angka

#### **Citra dan Pengolahan Citra (Renaldi, Munir, 2014)**

Citra atau Image merupakan istilah lain dari gambar, yang merupakan informasi berbentuk visual. Suatu citra diperoleh dari penangkapan kekuatan sinar yang dipantulkan oleh objek. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat-alat pengindera optik, misalnya mata manusia, kamera, scanner dan sebagainya. Suatu citra adalah fungsi intensitas 2 dimensi  $f(x, y)$ , dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial dan  $f$  pada titik  $(x, y)$  merupakan tingkat kecerahan (*brightness*) suatu citra pada suatu titik.

Sedangkan Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu.

#### **Thresholding Citra (Renaldi, Munir, 2014)**

*Thresholding* adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background* dari citra secara jelas. Citra hasil *thresholding* biasanya digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan obyek serta ekstraksi fitur.

#### **Web Camera (Kamera Web) (Renaldi, Munir, 2014)**

Kamera web (singkatan dari web dan camera) adalah sebutan bagi kamera waktu-nyata yang gambarnya bisa dilihat melalui Waring Wera Wanua, program pengolah pesan cepat, atau aplikasi pemanggilan video. Istilah kamera *webcam* merujuk pada teknologi secara umumnya, sehingga kata *webcam* kadang-kadang diganti dengan kata lain yang memberikan pemandangan yang

ditampilkan di kamera. Kamera web adalah sebuah kamera video digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui colokan USB atau pun colokan COM.

#### **Emgu CV (Karnadi, 2014)**

Open CV (*Open Source Computer Vision*) adalah sebuah library fungsi pemrograman *real time* untuk *computer vision*. Emgu CV adalah wrapper .Net untuk Open CV. Dengan Emgu CV, fungsi-fungsi dalam Open CV bisa dipanggil melalui bahasa pemrograman yang compatible dengan .NET seperti C#, VB, dan VC++. Selain itu, Emgu CV juga cross platform sehingga dapat di-compile lewat Mono dan dijalankan di atas sistem operasi Linux atau Mac OS.

Dari pengertian di atas telah diberikan deskripsi dari kedua *open source* tersebut. Open CV merupakan *library* yang cukup terkenal di dunia *Computer Vision*. *Computer Vision* adalah salah satu bidang di teknologi informasi yang fokus pada pemrosesan *images* atau gambar yang diperoleh dari dunia nyata untuk diekstrak dan diinterpretasikan informasinya.

#### **Tuna Rungu**

Tuna rungu adalah seseorang yang mengalami kekurangan atau kehilangan kemampuan mendengar baik secara sebagian maupun seluruhnya yang diakibatkan karena tidak berfungsinya sebagian atau seluruh alat pendengaran sehingga tidak dapat menggunakan alat pendengarannya dalam kehidupan sehari-hari yang membawa dampak terhadap kehidupannya secara kompleks. Menurut pendapat yang dikutip dari jurnal PENS ITS dengan judul "*Pembuatan Software Alat Bantu Komunikasi Penyandang Tunam-Rungu Tuna-Netra*", (Isnawati, dkk, PENS ITS 2009) anak tunarungu adalah mereka yang pendengarannya tidak berfungsi sehingga membutuhkan pelayanan pendidikan luar biasa".

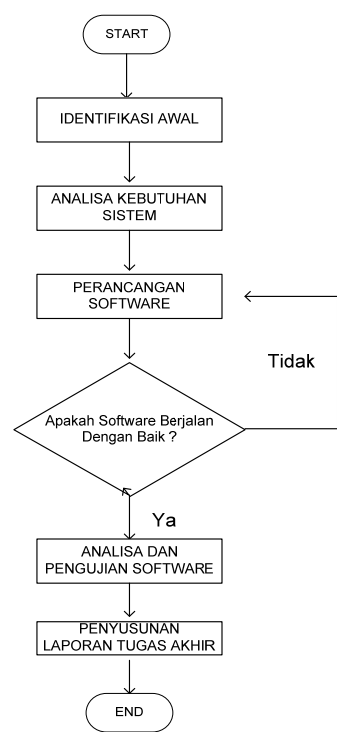
#### **Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) (Bharoto, 2015)**

Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) yang dibakukan itu merupakan salah satu media yang membantu komunikasi kaum tunarungu di dalam masyarakat yang lebih luas. Wujudnya adalah tataan yang sistematis tentang seperangkat isyarat jari, tangan dan berbagai gerak yang melambangkan kosakata bahasa Indonesia. Di dalam pembakuan tersebut, dipertimbangkan beberapa tolak ukur yang mencakup segi kemudahan, keindahan, dan ketepatan pengungkapan makna atau struktur kata.

## **METODE PENELITIAN**

### **Analisis dan Perancangan**

Tahapan di dalam pengerjaan penelitian ini ditunjukkan dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal merupakan langkah awal dalam pelaksanaan penelitian sehingga dapat dilakukan identifikasi permasalahan serta tujuan yang akan dicapai. Adapun isi dari tahap ini digambarkan sebagai berikut:

- 1. Identifikasi masalah  
Pada tahap ini dilakukan identifikasi beberapa permasalahan yang didapatkan pada saat melakukan pengamatan sehingga dapat dilakukan sebuah penelitian.
- 2. Penetapan tujuan dan rumusan manfaat penelitian  
Pada tahap ini dilakukan tujuan apa yang ingin dicapai dan manfaat dari pihak terkait serta bagi peneliti selanjutnya. Tahap ini sebagai dasar tentang apa yang akan dilakukan selama penelitian.
- 3. Studi literatur  
Studi literatur akan dilakukan untuk pemahaman konsep, teori dan teknologi yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi. Literatur yang akan digunakan dapat berupa referensi dari internet, paper, e-book serta dokumentasi dari komponen teknologi yang akan digunakan.

Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem merupakan langkah untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan sistem yang akan dibangun. Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap data-data dan teknologi yang diperlukan. Dengan tersedianya kebutuhan sistem, maka akan mempermudah dalam proses perancangan sistem yang akan dibuat.

Perancangan Sistem

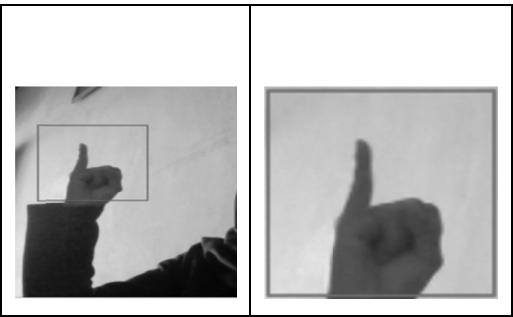
Perancangan sistem merupakan tahap selanjutnya setelah analisa sistem, mendapatkan gambaran dengan jelas tentang apa yang dikerjakan pada sistem, maka dilanjutkan dengan memikirkan bagaimana membentuk sistem tersebut. Dalam pembuatan sistem terdapat beberapa komponen *software* dan *hardware* yang harus dipenuhi yaitu komputer dan kamera *webcam*.

Proses Pengolahan Software

Rancangan *software* terdiri dari dasar-dasar pengolahan citra dari yang terdiri dari *capture*, deteksi tangan, *grayscale*, *histogram equalization* dan pengolahan pola menggunakan metode *eigenimage*.

Cropp

Tahap selanjutnya yaitu *cropping* di mana tahapan ini dimaksudkan untuk memisahkan bagian wajah dengan latar belakang, sehingga latar belakang tidak ikut diproses dalam proses pengenalan pola.



Gambar 2. Tahapan Cropping pada Tangan

Pada gambar 2 dapat dijelaskan bahwa bagian gambar no. 1 adalah citra yang berhasil dideteksi dan gambar no. 2 adalah gambar hasil dari tahapan *cropping* yang ditandai dengan kotak merah.

Resize

Selanjutnya adalah proses *resize* di mana bertujuan untuk menyamakan ukuran citra tangan sebagai standar yang diatur sendiri untuk memudahkan sistem mengolah pola citra. *Resize* dilakukan karena pada saat pengambilan gambar tangan dengan *webcam* berbeda beda sehingga menghasilkan pixel dengan *cropping* tangan yang berbeda beda pula. Misal pada pengambilan gambar tangan ukuran 120 x 120 pixel sedangkan standar yang telah ditentukan berukuran 100 x 100 *pixel*, maka citra harus di *resize* terlebih dahulu.

Grayscale

*Grayscale* adalah proses mengubah citra yang berskala RGB menjadi citra berskala keabuan. Hal ini diperlukan untuk mempermudah proses pengolahan pola dikarenakan citra RGB memiliki 24 bit (R-layer, G-layer, B-layer) dengan elemen masing-masing memiliki ukuran

8 bit sedangkan ukuran citra *grayscale* menggunakan 8 bit saja atau dengan kata lain tidak ada warna hanya ada derajat keabuan saja. Berikut adalah rumus konversi RGB menjadi *grayscale* (Renaldi,Munir,2014):

$$Grayscale = \frac{R + G + B}{3} \dots\dots\dots (1)$$

**Histogram Equalization**

*Histogram equalization* biasa digunakan pada pengolahan citra digital untuk memperbaiki kualitas gambar. Dengan *histogram equalization*, suatu teknik untuk meratakan distribusi terang dan gelap sehingga citra terlihat lebih jelas. *Histogram equalization* adalah suatu proses untuk meratakan *histogram equalization* agar derajat keabuan dari yang paling rendah (0) sampai yang paling tinggi (255) mempunyai kemunculan yang rata. *Histogram equalization* dapat didefinisikan sebagai berikut, jika probabilitas  $p(i) = \frac{n_i}{N}$ . Yaitu histogram dari I (x,y) pada suatu pixel dengan gray level i, di mana i = 0, 1,....., k-1 dan ni merupakan jumlah pixel pada i (x,y) dengan nilai gray level i. Maka *mapping* dari suatu harga intensitas dinyatakan, i menjadi  $i_{new}$  (Renaldi, Munir, 2014):

$$i_{new} = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{n_i}{N} = \sum_{i=0}^{k-1} p(i) \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan di atas mendefinisikan bahwa suatu mapping dari harga-harga intensitas pixel original, yaitu dari 1-255 menuju domain 0-1. Oleh karena itu untuk menghasilkan harga pixel pada domain original, harga harus di-skala ulang.

**Principal Components Analysis (PCA)**

*Principal Components Analysis (PCA)* atau disebut juga Transformasi Karhunen Loeve (Mardiyani dkk, 2009) adalah suatu teknik yang digunakan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasi linear sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan variasi maksimum. PCA dapat digunakan untuk mereduksi dimensi suatu data tanpa mengurangi karakteristik data tersebut secara signifikan. Metode ini mengubah dari sebagian besar variable asli yang saling berkolerasi menjadi satu himpunan variable baru yang lebih kecil dan saling bebas (tidak berkolerasi lagi).

Komponen utama adalah kombinasi linear tertentu dari  $\sigma$  dimensi diacak  $x(f_i\{1, 2,...,n\})$ . Sehingga geometris kombinasi linear ini merupakan sistem koordinat baru yang di dapat dari rotasi semula. Koordinat baru tersebut merupakan arah dengan variabilitas maksimum dan memberikan konvariasi yang lebih sederhana. Analisis utama lebih baik digunakan jika variabel-variabel asal saling berkolerasi analisis komponen utama merupakan penyelesaian masalah eigen yang secara matematis ditulis dalam persamaan (Renaldi,Munir,2014):

$$C v = \lambda v \dots\dots\dots (3)$$

yang mana variabilitas suatu data set yang dinyatakan dalam matriks kovariansi dapat digantikan oleh suatu scalar tertentu tanpa mengurangi variabilitas asal secara signifikan. Data dan gambar yang akan direduksi dimensinya harus diubah menjadi kumpulan matrils kolom  $D1,D2,...,D10$  di mana m merupakan jumlah dari sampel yang tersedia. Rata-rata dari setiap data dapat dihitung dengan (Renaldi,Munir,2014):

$$M = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Di \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

M = rata-rata dari setiap data

M = jumlah dari sampel

Di = dimensi data ke-i

Dari mastriks N ,matriks covariance Selisih antara setiap data dengan rata-ratanya dapat direpresentasikan (Renaldi,Munir,2014):

$$Ni = Di - M \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

Ni = matrik data ke-i

M = rata-rata dari setiap data

Di = dimensi data ke-i

dapat dihitung untuk kemudian digunakan dalam mencari eigenvector. Matriks covariance dapat dihitung dengan (Renaldi,Munir,2014):

$$C = \frac{1}{m} N x N^T \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

C = matriks covariance

N<sup>T</sup> = matriks transformasi

N = matriks

Langkah berikutnya adalah menghitung eigenvector dan eigenvalue dari matriks covariance tersebut. Dari eigenvector dan eigenvalue yang dihasilkan akan dipilih k eigenvector yang memiliki eigenvalue terbesar. Kumpulan k eigenvector tersebut merupakan eihenhands yang dapat digunakan untuk memproyeksi data ke dalam eigenhands. Selain digunakan untuk mereduksi dimensi, PCA juga dapat digunakan untuk melakukan pengenalan. Untuk melakukan hal tersebut data yang memiliki dimensi tinggi harus diproyeksi ke eigenspace dengan menggunakan eigenvector yang telah dihitung sebelumnya.Hal ini dilakukan dengan rumus

$$F = E^T x N \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

F = proyeksi data ke eigenhands

E<sup>T</sup> = matriks transformasi

N = matriks

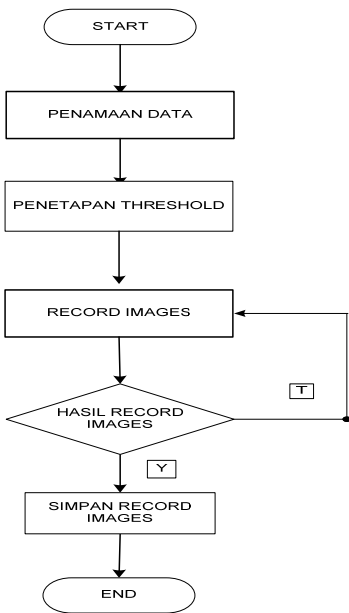
Dimana F merupakan hasil proyeksi data ke eigenspace. Cara yang sama juga digunakan terhadap data yang ingin dikenali.

Proses Penyimpanan Database

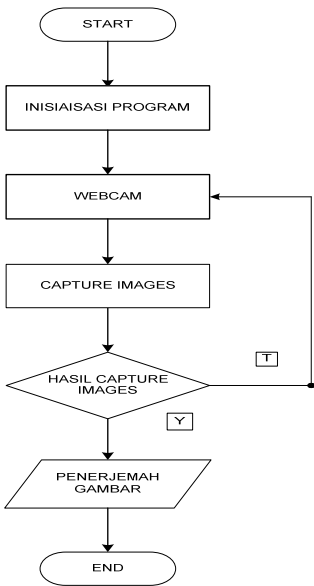
Pada tahap ini proses penyimpanan database dilakukan dengan mengtrain/menginput data berupa gerakan tangan yang akan dicocokkan/cari kemiripannya saat menjalankan sistem aplikasi. Alur kerja penyimpanan database dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Proses Kerja Menu Utama

Tahapan alur pada menu utama ini akan dijelaskan melalui flowchart 3 di bawah ini.



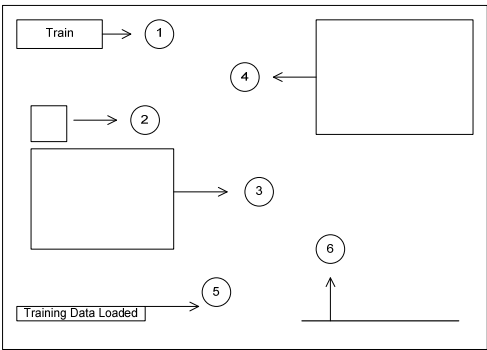
Gambar 3. Flowchart Train Database



Gambar 4. Flowchart Menu Utama

Tampilan Interface

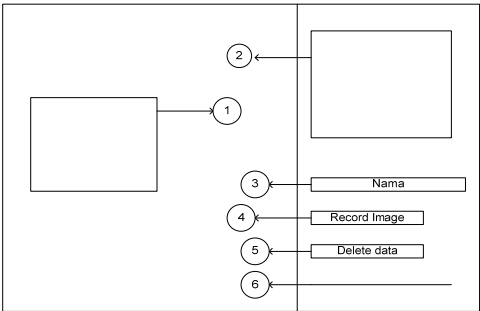
Interface aplikasi ini terdiri dari dua form, yaitu form untuk tampilan menu utama yang digunakan



Gambar 5. Desain Interface Form Menu Utama

Keterangan :

- 1. Button train digunakan untuk menginput database sesuai dengan kebutuhan aplikasi yaitu berupa huruf alphabet dan angka.
- 2. TextBox 1 digunakan untuk menampilkan hasil output berupa huruf alphabet maupun angka.
- 3. PictureBox 1 digunakan untuk menampilkan hasil gambar asli yang didapatkan dari webcam.
- 4. PictureBox 2 digunakan untuk menampilkan hasil gambar dari pengolahan citra.
- 5. Label 1 training data loaded sebagai petunjuk apabila input atau gerak tangan yang kita gerakkan sudah tersimpan di database.
- 6. Label 2 digunakan untuk menentukan nilai threshold sesuai kebutuhan aplikasi.



Gambar 6. Desain Interface Form Training Database

- 1. Picture Box 1 digunakan untuk menangkap hasil gambar asli dari webcam.
- 2. Picture Box 2 digunakan untuk hasil gambar setelah diproses citra
- 3. TextBox digunakan untuk mengisi kolom nama dabatase
- 4. Button record hand digunakan untuk mengaktifkan mulai untuk mengambil data gambar untuk disimban sebagai database.
- 5. Button delete digunakan untuk menghapus database yang hasilnya tidak sesuai dengan inputan/gambar kurang bagus.
- 6. Label 1 digunakan untuk menyesuaikan nilai *threshold* dengan kebutuhan penginputan database

untuk pengelolaan program dan tampilan menu *trading* yang digunakan untuk *trading/input database* ke dalam aplikasi. Adapun penjelasan dari tampilan masing-masing form adalah sebagai berikut:

1. Form Menu Utama

Form ini digunakan untuk proses berjalannya aplikasi dengan melakukan *input* gerak tangan sesuai simbol huruf bahasa isyarat yang telah di gunakan secara resmi di Indonesia. Hasil *output* yang keluar akan berupa huruf alphabet maupun angka sesuai dengan inputan.

2. Form Train Database

Dimana pada form ini digunakan untuk menginput database yang diperlukan di dalam aplikasi yaitu berupa simbol-simbol huruf alphabet dan angka yang sesuai dengan ketentuan huruf Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI).

IMPLEMENTASI/ PEMBAHASAN

Pengujian Aplikasi

Pada percobaan di atas saat mengtrain huruf (I) apabila nilai threshold sudah sesuai dan hasil gambar jelas bisa langsung mengklik ADD ALL. Dan apabila gambar yang didapat menghasilkan gambar yang kurang bagus maka pilih Delete Data maka database akan terhapus otomatis dan bisa mengulangi record database baru. Database yang sudah jadi akan otomatis tersimpan. Apabila akan mencoba database yang telah berhasil



Gambar 8. Contoh Hasil Pengenalan Bahasa Isyarat.



Gambar 7. Contoh Proses Train Database

disimpan user diharuskan melakukan gerakan tangan sesuai dengan simbol SIBI seperti di bawah ini. Dan hasil keluaran dari program menunjukkan output dengan huruf (I) dengan begitu uji coba aplikasi pengenalan bahasa isyarat ini dinyatakan berhasil.

Pengujian Program Terhadap Pengaruh Cahaya

Untuk pengujian ini program telah diujicobakan terhadap pengaruh pencahayaan yang berbeda beda, yaitu terhadap cahaya terang, remang dan gelap. Dengan pengujian ini dapat diketahui sejauh mana program dapat mendeteksi objek tangan.

Tabel 1. Uji Coba Program Terhadap Pengaruh Cahaya

Alphabet	Terang	Remang	Gelap
A	√	√	√
B	√	√	χ
C	√	√	χ
D	√	√	χ
E	√	√	χ
F	√	√	√
1	√	√	√
2	√	√	√
3	√	χ	√
4	√	√	√

Dari hasil tabel uji coba di atas dapat disimpulkan bahwa faktor cahaya sangat mempengaruhi kerja program.

Simpulan

Berdasarkan hasil uji coba seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa yang akan diuraikan di bawah ini:

1. Aplikasi pengenalan bahasa isyarat yang telah dibuat dimaksudkan untuk mempermudah proses belajar mengajar serta proses belajar akan berlangsung lebih menarik.
2. Aplikasi dibuat sesederhana mungkin sehingga para pengajar maupun orang tua murid nantinya bisa mempergunakannya dengan mudah.
3. Dari hasil uji coba yang telah dilakukan intensitas cahaya sangat mempengaruhi proses kerja aplikasi.
4. Color thresholding berfungsi untuk mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background* dari citra secara jelas

Saran

Setelah memberikan kesimpulan mengenai aplikasi pengenalan bahasa isyarat ini maka agar dapat dicapai hasil yang optimal dan juga untuk kelancaran dalam kegiatan belajar mengajar dibutuhkan:

1. Untuk mendapatkan citra *grayscale* yang jelas serta akurasi yang baik maka kondisi pencahayaan disarankan berada di tempat yang terang.
2. Background dinding belakang user diharapkan berwarna polos serta tidak terdapat berbagai macam warna.
3. Penetapan nilai *threshold* disarankan sesuai dengan kondisi cahaya yang terjadi pada tempat tersebut sehingga hasil gambar yang didapat akan lebih jelas dan akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 1) Rinaldi, Munir. **Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik**, (2014).
- 2) Karnadi. **Pengembangan Aplikasi Digital Image Prosesing dengan Microsoft Visual Basic**, (2014).
- 3) Ismawati, Rani Dewi dkk., **Pembuatan Software Alat Bantu Komunikasi Penyandang Tuna Rungu-Tuna Netra**, Jurnal Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS (2009).
- 4) Mardiyani, Atik dkk., **Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan Metode PCA dan Haar Like Feature**, Jurnal.ITS Surabaya (2011).
- 5) Bharoto, Adi Kusumo. **Presentasi Adhi Kusuma Bharoto di Laboratorium Riset Bahasa Isyarat** (Maret 2015).
- 6) Suwandi, B dan Liestiawan, B.S. **Pengenalan Wajah Dengan Menggunakan Metode Eigenface**, S.Ti Skripsi, Jakarta, Indonesia : Universitas Bina Nusantara. ,(2006).
- 7) [http://bisamandiri.com/blog/2015/10/klasifikasi-anak-tuna-rungu/#Klasifikasi Anak Tuna Rungu](http://bisamandiri.com/blog/2015/10/klasifikasi-anak-tuna-rungu/#Klasifikasi%20Anak%20Tuna%20Rungu) .html diakses 30 Maret 2016.
- 8) <http://kahilla16.blogspot.com/2009/06/sekilas-pengertian-tunarungu.html> diakses 30 Maret 2016.
- 9) <http://julycute2071991.blogspot.com/2012/12/psikolinguistik-bahasa-isyarat.html> diakses 30 Maret 2016.
- 10) Fadlisyah, **Computer Vision dan Pengolahan Citra**, Andi, Yogyakarta, (2007).
- 11) **Anak Agung Ngurah Gunawan**, **Pengolahan Citra Mammografi**, Teknosain, Yogyakarta, 2016..

# Faktor Sosial Ekonomi yang Berpengaruh terhadap Produksi dan Keuntungan Usahatani Buah Jeruk Manis dan Naga di Kabupaten Banyuwangi

## Socioeconomic Factors Influencing to Production and Profit of Sweet Citrus Fruits and Fruit Dragon in Banyuwangi

Syamsul Hadi

Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember

Alamat: JL. Karimata No. 49 Jember 68121, Nomor HP: 081 24990539

Email: syamsul.hadi@unmuhjember.ac.id

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis: 1) faktor-faktor sosial ekonomi yang berpengaruh terhadap produksi usahatani buah jeruk manis dan buah naga, dan 2) faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat keuntungan usahatani buah jeruk dan buah naga. Jenis dan Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan survei yang dilakukan pada Bulan Desember tahun 2016 sampai dengan Bulan Februari Tahun 2017 di tujuh wilayah kecamatan di Kabupaten Banyuwangi bagian selatan melalui teknis depth interview terhadap 42 orang responden petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Faktor luas lahan, dan harga-harga input produksi berpengaruh nyata terhadap produksi usahatani buah jeruk manis dan buah naga, sedangkan faktor jumlah populasi tanaman, umur tanaman, pupuk, pestisida, tenaga kerja, pengalaman petani, dan tingkat pendidikan berpengaruh tidak nyata, dan 2) Faktor biaya produksi, harga output, dan jumlah produksi berpengaruh nyata terhadap keuntungan usahatani buah jeruk manis dan buah naga.

**Kata kunci:** Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi, Usahatani Buah Jeruk Manis dan Buah Naga, Produksi, dan Keuntungan.

### ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze: 1) socio-economic factors that affect the production of fruit and sweet citrus fruit, and 2) the factors that affect the profitability level of citrus fruit and dragon fruit. Types and Methods used in this research are descriptive and surveys conducted in December 2016 to February of 2017 in seven districts in Banyuwangi district through technical depth interviews of 42 farmers respondents. The results showed that: 1) Areas of land area, and the prices of production inputs have real impact on farm production of citrus fruit is sweet and dragon fruit, while the factor of the number of plant populations, plant age, fertilizers, pesticides, labor, the experience of farmers, and education level no real effect, and 2) factors of production costs, output prices, and the amount of production significantly affect farm profits sweet oranges and dragon fruit.

**Keywords:** Effect of Socioeconomic Factors, Farm Sweet Citrus Fruits and Fruit Dragon, Production, and Profit.

### PENDAHULUAN

Bahwa tanaman buah naga (*dragon fruit*) yang awalnya dikenal sebagai tanaman hias sudah cukup lama dikenal masyarakat Taiwan, Vietnam, maupun Thailand, terlebih saat diketahui bahwa buahnya dapat dikonsumsi, maka semakin banyak yang mengenalnya. Bagi masyarakat di negara tersebut, usaha budidaya tanaman buah naga terus dilakukan karena sangat menguntungkan<sup>4</sup>). Buah naga sekarang mulai tersedia di toko buah dan pasar swalayan dan sejumlah perkebunan melirik komoditas ini karena budidayanya mudah dan prospek ke depan cerah dibanding buah lainnya. Indonesia masih tercatat sebagai pengimpor buah naga cukup besar hingga mencapai 200-400 ton/tahun asal Thailand dan Vietnam. Kondisi ini disebabkan karena tingginya permintaan konsumsi buah naga dalam negeri selain untuk bahan baku di bidang industri pengolahan

makanan, minuman, kosmetik serta produk kesehatan<sup>7</sup>).

Fenomena dua macam komoditas buah-buahan di atas berpengaruh secara signifikan terhadap pandangan petani lokal dengan segala aspek pertimbangan untuk melakukan perubahan mendasar atau pergeseran perilaku sebagai produsen atas pola usahatannya guna mencapai kesejahteraan ekonominya. Bukti nyata di lapangan menunjukkan bahwa telah terjadi pergeseran kegiatan usahatani kedelai (*Glicine max*) bergerak menuju usahatani buah jeruk manis (*Citrus* sp.) dan buah naga (*Hylocereus undatus*) di Kabupaten Banyuwangi khususnya dibagian selatan. Faktor penyebabnya adalah persepsi petani bahwa buah jeruk manis dan naga secara ekonomis jauh lebih layak dibandingkan kedelai. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa di Kabupaten Banyuwangi selama periode 2010 sampai dengan 2014 perkembangan jumlah produksi buah-buahan cenderung mengalami kenaikan yang cukup signifikan dan di sisi lain

perkembangan luas panen kedelai mengalami penurunan pada periode yang sama.

Fenomena pola substitusi usahatani sebagaimana yang terjadi di Kabupaten Banyuwangi tersebut sejalan dengan pendapat<sup>8)</sup> bahwa dalam berusahatani terdapat banyak faktor yang memengaruhi keputusan petani dalam mengusahakan komoditi pada lahan yang dimilikinya. Faktor harapan keuntungan yang lebih besar dari usahatani yang akan dipilih jika dibandingkan dengan bentuk usahatani lainnya, umur tanaman, kestabilan hasil produksi, mudah tidaknya hasil tersebut dijual sewaktu-waktu, ketahanan komoditas terhadap hama dan penyakit, potensi produksi, tingkat adaptasi dan kesesuaian dengan iklim. Sementara itu faktor sosial meliputi tradisi dan kebiasaan yang telah berlangsung lama, usahatani tetangga, ketersediaan tenaga kerja, tingkat pendidikan dan sebagainya.

Permintaan pasar dalam negeri terhadap buah jeruk manis asal Kabupaten Banyuwangi dari tahun ke tahun semakin meningkat, mulai dari Malang, Surabaya, Kediri, Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Bali, hingga Kalimantan. Namun demikian, sebagaimana produk hortikultura umumnya, jeruk mempunyai karakteristik yang mudah rusak dan sangat berdampak terhadap harga dan pendapatan petani hortikultura, apalagi produktivitasnya. Bahwa luas panen jeruk di tahun 2012 ada 10.726,70 hektar, sementara di tahun 2013 menjadi 8.171,20 hektar, meskipun luas panen menyusut tetapi produktivitas hasil panen tetap bagus. Hal ini dapat ditunjukkan dari produktivitas hasil jeruk tahun 2013 yang rata-rata mencapai 202,12 kwintal per hektar, sedangkan produktivitas jeruk manis di tahun 2012 hanya mencapai 172,07 kwintal per hektar. Adapun pada tahun 2014 juga masih stabil rata-rata produktivitas jeruk manis mencapai 20 hingga 30 ton per hektar<sup>11)</sup>.

Produksi dan luas lahan buah naga di Kabupaten Banyuwangi pada tahun 2014 masing-masing mencapai 28.819 ton dan 1.152 hektar, dimana hal ini menunjukkan peningkatan dibandingkan pada tahun 2013 dengan masing-masing sebanyak 16.631 ton dan 678 hektar. Sementara produktivitas buah naga di Banyuwangi mengalami peningkatan dari 245 kw/ha tahun 2013 menjadi 250 kw/ha tahun 2014. Pemasaran buah naga Banyuwangi telah merambah pasar luar Jawa seperti Kalimantan, Makasar dan Maluku. Bahkan Kecamatan Bangorejo saja menyumbang 39 persen dari total produksi buah naga di Banyuwangi atau setara 11.000 ribu ton/ha dengan luas lahannya sendiri mencapai 449 ha. Oleh karena itu, Kabupaten Banyuwangi saat ini terkenal sebagai lumbung buah naga tertinggi dan sentra produksi buah jeruk manis di Jawa Timur.

Usahatani buah jeruk manis dan buah naga di Kabupaten Banyuwangi bagian selatan masih tergolong baru sekitar 9 (sembilan) tahun terakhir dan pengembangannya sangat pesat, dimana komoditas jeruk lebih lama diusahakan petani daripada komoditas buah

naga. Namun teknologi yang digunakan pada usahatani buah naga relatif lebih berkembang dan mutakhir dibandingkan dengan usahatani buah jeruk manis. Fenomena lain yang berkembang di daerah Kabupaten Banyuwangi bagian selatan adalah petani yang memiliki lahan sawah atau tegalan terbatas menerapkan sistem usahatani *multiple cropping* dwi komoditas, yaitu tanaman buah naga atau jeruk manis sebagai tanaman pokok, dan komoditas kedelai menjadi tanaman sela. Selain itu, sebagian besar petani mengusahakan lahannya (terutama yang relatif luas) dengan sistem usahatani *monoculture*, yaitu buah jeruk manis saja ataupun buah naga saja khususnya yang mengusahakannya di lahan pekarangan rumah. Beberapa varietas buah naga yang diusahakan pada umumnya adalah buah naga varietas putih dan merah, sedangkan buah jeruk manis yang diusahakan hanya varietas siam<sup>14)</sup>.

Pada sisi lain, hampir seluruh petani buah jeruk manis dan buah naga di daerah ini menggunakan teknologi yang relatif seimbang, sehingga faktor produksi variabel dan tetap, tingkat pendidikan dan pengetahuan tentang teknis budidaya komoditas yang diusahakan, motivasi dan manajemen petani serta faktor eksternal yang berpengaruh pada tingkat produksi dan keuntungan. Selain faktor tuntutan permintaan pasar, keuntungan yang diperoleh produsen sangat menentukan semangatnya dalam bekerja untuk lebih meningkatkan penawarannya terhadap buah jeruk dan naga. Adapun satu sisi petani sangat dirugikan karena beban biaya produksi yang harus dikorbankan per satuan unit output tidak proporsional dengan keuntungan yang diterima. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menganalisis: 1) Faktor-faktor sosial ekonomi yang berpengaruh terhadap tingkat produksi usahatani buah jeruk dan naga di Kabupaten Banyuwangi bagian selatan, dan 2) Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat keuntungan usahatani buah jeruk dan naga di Kabupaten Banyuwangi bagian selatan.

## METODE PENELITIAN

### Jenis, Metode, dan Teknik Pengambilan Sampel Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan fenomena secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat dan hubungan antar fenomena yang terjadi pada masa sekarang<sup>1)</sup>. Sementara itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survei*. Pengambilan sampel dilakukan secara *multi stage cluster sampling*, dimana sampel ini merupakan representasi dari populasi yang diambil secara acak sederhana dengan menggunakan rumus Slovin<sup>9)</sup>. Oleh karena itu, jumlah sampel petani buah jeruk manis sebanyak 22 orang responden dan buah naga sebanyak 19 orang responden yang tersebar pada tujuh wilayah kecamatan sampel.



Adapun teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terhadap responden melalui teknik *depth interview* maupun FGD yang saling melengkapi.

#### Penentuan Unit Sampling Lokasi Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Kecamatan Purwoharjo, Tegaldlimo, Pesanggaran, Siliragung, Bangorejo, Muncar, dan Cluring secara *purposive sampling* atas pertimbangan bahwa beberapa wilayah kecamatan tersebut merupakan sentra produksi jeruk manis dan buah naga dengan luas tanam tujuh terbesar di Kabupaten tersebut. Selanjutnya dari kecamatan sampel ditentukan satu desa sampel secara *purposive sampling* yaitu desa dengan jumlah populasi petani buah jeruk dan buah naga terbanyak.

#### Analisis Data

##### Faktor Sosial Ekonomi yang Berpengaruh terhadap Produksi Buah Jeruk dan Naga

Guna menganalisis dugaan pengaruh faktor sosial ekonomi terhadap produksi buah jeruk dan buah naga, maka digunakan pendekatan analisis regresi berganda dengan asumsi bahwa bentuk hubungan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) merupakan fungsi produksi *Cobb-Douglas*. Hubungan antara variabel X dan Y tersebut secara matematik dirumuskan sebagai berikut<sup>2)</sup>:

$$Y_i = \alpha X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_3} \dots X_{ki}^{\beta_k} e^{u_i}$$

Selanjutnya secara matematik, persamaan taksiran fungsi produksi dengan model regresi non linier (natural) adalah :

$$\hat{Y} = a X_i^{bi}$$

di mana :

$\hat{Y}$  = produksi usahatani buah jeruk dan naga (kg)

$X_i$  = faktor penduga atau parameter penduga (satuan unit), dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$a$  = konstanta

$b$  = koefisien regresi variabel bebas

Untuk memudahkan pendugaan persamaan tersebut di atas, maka persamaan tersebut diubah menjadi linier berganda dengan cara melogaritmakan. Persamaan regresi dinyatakan dalam bentuk persamaan logaritma dengan bilangan pokok  $e=2,71828$ , sehingga persamaannya menjadi :

$$\ln Y_i = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_{1i} + \dots + \beta_k \ln X_{ki} + u_i \ln e$$

di mana:

$Y$  = variabel terikat (dependent variabel)

$X$  = variabel bebas (independent variabel)

$\alpha, \beta_1, \dots, \beta_k$  = koefisien regresi

$i = 1, 2, \dots, n$  = nomor observasi

$j = 1, 2, \dots, k$  = nomor variabel

Selanjutnya estimasi terhadap bentuk hubungan di atas adalah:

$$\ln \hat{Y} = \ln a + b_1 \ln X_1 + \dots + b_j \ln X_j + \dots + b_k \ln X_k$$

di mana:

$\hat{Y}$  = estimasi dari  $Y$

$a$  = estimasi dari

$b_1, b_2, \dots, b_k$  masing-masing adalah estimator dari  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$

$u = \ln Y - \ln \hat{Y}$  = estimator dari kesalahan pengganggu ( $u$ )

Pengujian terhadap hipotesis yang diajukan dalam analisis untuk kepentingan estimasi dan interprestasinya meliputi:

1) Pengujian keberartian koefisien regresi secara keseluruhan (serempak)

$H_0$ : semua koefisien regresi dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi tidak berbeda nyata dengan nol ( $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ )

$H_a$ : paling tidak salah satu koefisien regresi dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi berbeda nyata dengan nol, atau  $\beta_j \neq 0$

Pengujian hipotesis dilakukan secara statistik menggunakan uji F dengan formulasi sebagai berikut:

$$= F_{hitung} = \frac{\text{Kuadrat Tengah Regresi}}{\text{Kuadrat Tengah Sisa}}$$

$$\text{Jika } |F_{hitung}| \begin{cases} \leq F_{(\alpha; n-k-1)}, & \text{maka } H_0 \text{ diterima} \\ > F_{(\alpha; n-k-1)}, & \text{maka } H_0 \text{ ditolak} \end{cases}$$

di mana :

$n$  = jumlah observasi

$k$  = jumlah variabel bebas

2) Pengujian keberartian koefisien regresi secara individual (parsial)

Untuk faktor yang berpengaruh positif terhadap produksi, diajukan hipotesis statistik sebagai berikut:

$H_0$ : koefisien regresi dari faktor produksi yang berpengaruh terhadap produksi tidak berbeda atau sama dengan nol, atau  $\beta_j = 0$

$H_a$ : koefisien regresi dari faktor produksi yang berpengaruh terhadap produksi tidak sama dengan nol, atau  $\beta_j \neq 0$

Untuk faktor yang berpengaruh negatif terhadap produksi, diajukan hipotesis statistik sebagai berikut:

$H_0$ : Koefisien regresi faktor produksi yang berpengaruh terhadap produksi lebih besar sama dengan nol, atau  $\beta_j \geq 0$

$H_a$ : Koefisien regresi dari faktor produksi yang berpengaruh terhadap produksi lebih kecil dari nol, atau  $\beta_j < 0$

Pengujian hipotesis dilakukan secara statistik dengan uji-t sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{b_j}{s_{b_j}}$$

di mana  $\beta_j^*$  adalah  $\beta_j$  yang sesuai dengan hipotesis nol, dan adalah standar error dari  $S_{b_j}$ , dimana kriteria pengambilan keputusan sebagai berikut:

$$\text{Jika } |t_{hitung}| \begin{cases} \leq t_{(\alpha; n-k-1)}, & \text{maka } H_0 \text{ diterima} \\ > t_{(\alpha; n-k-1)}, & \text{maka } H_0 \text{ ditolak} \end{cases}$$

#### **Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Keuntungan Buah Jeruk dan Buah Naga**

Untuk menguji hipotesis yang kelima, mengenai faktor yang berpengaruh terhadap keuntungan digunakan pendekatan analisis regresi berganda, dengan asumsi bahwa bentuk hubungan antara variabel (X) dengan variabel (Y) merupakan fungsi produksi Cobb-Douglas. Hubungan antara variabel X dan Y tersebut, secara matematik dirumuskan sebagai berikut<sup>2)</sup>:=

$$Y_i = \alpha X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_k} e^{u_i}$$

Faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap keuntungan adalah harga output, jumlah produksi dan biaya produksi. Secara matematis, persamaan taksiran fungsi keuntungan dengan model regresi adalah:

$$\hat{Y} = a X_i^{bi}$$

di mana :

$\hat{Y}$  = keuntungan usahatani buah jeruk dan naga (kg)

$X_i$  = faktor penduga atau parameter penduga (satuan unit), dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$a$  = konstanta

$b$  = koefisien regresi variabel bebas

Untuk memudahkan pendugaan persamaan tersebut di atas, maka persamaan tersebut diubah menjadi linier berganda dengan cara melogaritmakan. Persamaan regresi dinyatakan dalam bentuk persamaan logaritma dengan bilangan pokok  $e = 2,71828$ , sehingga persamaannya menjadi :

$$Y_i = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_{1i} + \dots + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \ln e$$

di mana:

$Y$  = variabel terikat (dependent variabel)

$X$  = variabel bebas (independent variabel)

$\alpha, \beta_1, \dots, \beta_3$  = koefisien regresi

$i = 1, 2, \dots, n$  = nomor observasi

Estimasi terhadap bentuk hubungan di atas adalah:

$$\ln \hat{Y} = \ln a + b_1 \ln X_1 + \dots + b_2 \ln X_2 + \dots + b_3 \ln X_3$$

di mana:

$\hat{Y}$  = estimasi dari  $Y$

$a$  = estimasi dari

$b_1, b_2, \dots, b_3$  masing-masing adalah estimator dari  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$

$u = \ln Y - \ln \hat{Y}$  = estimator dari kesalahan pengganggu ( $u$ )

Adapun melakukan pengujian hipotesis yang kedua ini, maka analog dengan pengujian hipotesis yang pertama.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Faktor Sosial Ekonomi yang Memengaruhi Terhadap Tingkat Produksi Usahatani Jeruk dan Buah Naga**

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa secara simultan beberapa faktor sosial ekonomi yang diduga berpengaruh terhadap produksi usahatani jeruk manis dan buah naga di daerah penelitian melalui Uji F adalah signifikan pada taraf nyata 99% nilai F-hitung adalah  $13,15 > F$ -tabel sebagaimana yang tampak pada Tabel 3.1. Adapun nilai koefisien determinasi Adjusted- $R^2$  sebesar 0,845 yang berarti bahwa sebesar 84,5% produksi buah jeruk siam dan buah naga di daerah penelitian dipengaruhi oleh faktor lahan yang diusahakan, harga input produksi, jumlah populasi tanaman, umur tanaman, pupuk, pestisida, tenaga kerja, pengalaman petani, tingkat pendidikan, dan selebihnya (15,5%) dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Oleh karena itu, maka model persamaan hasil analisis regresi berganda melalui pendekatan fungsi Produksi Cobb-Douglas ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\ln Y = 16,673 + 0,597 \ln X_1 - 0,076 \ln X_2 + 0,025 \ln X_3 + 0,264 \ln X_4 - 0,519 \ln X_5 - 0,150 \ln X_6 - 0,039 \ln X_7 + 0,213 \ln X_8 - 0,218 \ln X_9$$

Secara matematik dapat diformulasikan dengan fungsi cobb-douglas sebagai berikut :

$$Y = 17,418 X_1^{0,597} X_2^{-0,076} X_3^{0,025} X_4^{0,264} X_5^{-0,519} X_6^{-0,15} X_7^{-0,039} X_8^{0,213} X_9^{-0,218}$$

Hasil pengujian secara parsial untuk mengukur apakah setiap variabel bebas berpengaruh atau tidak berpengaruh nyata terhadap variabel terikat dengan menggunakan *full-model*, maka faktor lahan yang diusahakan dan harga input produksi berpengaruh nyata masing-masing pada taraf nyata  $\alpha 5\%$  dan  $\alpha 1\%$ . Sementara variabel jumlah populasi tanaman, umur tanaman, pupuk, pestisida, tenaga kerja, pengalaman petani, dan tingkat pendidikan berpengaruh tidak nyata. Kondisi ini berbeda dengan hasil penelitian bahwa faktor alokasi tenaga kerja sangat nyata pengaruhnya terhadap penerimaan usahatani Jeruk Siam, sedangkan faktor modal dan pengalaman berusaha Jeruk siam tidak berpengaruh nyata<sup>10)</sup> sebagaimana pada Tabel 3.1.

Berikut ini secara rinci akan dibahas pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat secara statistik beserta fenomena hubungannya.

#### **Variabel Luas Lahan ( $X_1$ )**

Faktor produksi luas lahan yang diusahakan secara statistik berpengaruh nyata terhadap produksi jeruk siam

**Tabel 3.1** Hasil Analisis Regresi Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi yang Berpengaruh terhadap Produksi Usahatani Jeruk Manis dan Buah Naga

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	16.783	1.841		9.118***	.000		
X1 (Luas Lahan)	.597	.208	.460	2.871**	.015	.301	3.326
X2 (Pupuk)	-.076	.110	-.117	-.692 <sup>ns</sup>	.503	.271	3.687
X3 (Obat-obatan)	.025	.151	.034	.168 <sup>ns</sup>	.869	.188	5.311
X4 (Tenaga Kerja)	.264	.182	.413	1.452 <sup>ns</sup>	.174	.096	10.458
X5 (Harga Input)	-.519	.169	-.725	-3.076***	.011	.139	7.179
X6 (Umur Tanaman)	-.150	.189	-.182	-.794 <sup>ns</sup>	.444	.148	6.770
X7 (Pendidikan)	-.039	.228	-.027	-.170 <sup>ns</sup>	.868	.310	3.230
X8 (Lama Pengalaman)	.213	.183	.298	1.164 <sup>ns</sup>	.269	.118	8.502
X9 (Jumlah Tanaman)	-.218	.171	-.264	-1.280 <sup>ns</sup>	.227	.181	5.521

Keterangan:  
Dependent Variable: Y, F-hitung ( $\alpha 1\%$ ) = 13,158,  $R^2$  = 0,915, Adjusted- $R^2$  = 0,845, dan D-W = 1,71  
\*\*) =  $\alpha 5\%$ , dan \*\*\*) =  $\alpha 10\%$   
Sumber: Data Primer Diolah, 2017

dan buah naga pada taraf uji 5% dengan berhubungan positif dengan nilai koefisien regresinya sebesar 0,597. Artinya jika luas lahan yang diusahakan bertambah sebesar 1%, maka akan meningkatkan produksi jeruk siam dan buah naga sebesar 0,597% dengan asumsi variabel bebas lain dalam model konstan. Secara empiris fenomena ini sejalan dengan teoritis bahwa semakin luas lahan yang diusahakan, maka jumlah produksi semakin bertambah. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan variabel luas lahan pada fungsi produksi berada pada daerah rasional. Hal ini secara teknis<sup>3)</sup> bahwa penggunaan luas lahan untuk usahatani kedua komoditas buah tersebut sudah tergolong efisien, karena elastisitas produksinya berada pada kondisi  $0 < ep < 1$ .

**Variabel Pupuk ( $X_2$ )**

Faktor penggunaan pupuk berpengaruh negatif terhadap variabel terikat, tetapi secara statistik tidak signifikan. Artinya penggunaan pupuk yang digunakan berpengaruh secara tidak nyata terhadap produksi usahatani jeruk siam dan buah naga pada taraf nyata 10% dengan nilai koefisien regresinya sebesar -0,076. Secara ekonomis dapat diartikan bahwa setiap penambahan jumlah pupuk sebesar 1%, maka produksi yang diperoleh petani akan menurun sebesar 0,076% dengan asumsi variabel bebas lain dalam model *ceteris paribus*. Hal ini disebabkan karena penggunaan pupuk oleh sebagian besar petani jeruk siam khususnya pupuk NPK dan ZA dan pupuk TSP oleh petani buah naga terlalu berlebihan. Artinya kadar atau unsur hara sudah terlalu banyak yang terkandung di dalam tanah, sehingga secara teknis menunjukkan bahwa penggunaan variabel pupuk pada usahatannya berada pada daerah rasional ( $ep < 0$ ).

**Variabel Pestisida/Obat-obatan ( $X_3$ )**

Secara statistik faktor penggunaan pestisida berpengaruh positif secara non signifikan pada taraf nyata 90% dengan nilai koefisien regresinya sebesar 0,264. Artinya penggunaan pestisida pada kegiatan usahatannya berpengaruh tidak nyata terhadap produksi usahatannya, karena sebagian tanaman jeruk siam dan buah naga terserang hama dan penyakit. Secara ekonomis dapat diartikan bahwa setiap penambahan jumlah pestisida sebesar 1% maka produksi yang diperoleh petani akan meningkat sebesar 0,264% dengan asumsi *ceteris paribus*. Koefisien regresi pada faktor pestisida juga menggambarkan elastisitas produksi, sehingga secara teknis nilai elastisitas produksi pestisida adalah berada pada daerah rasional ( $0 < ep < 1$ ). Dalam kondisi seperti ini petani jeruk siam dan buah naga masih bisa menambah penggunaan pestisida seperlunya seiring dengan serangan hama dan penyakit. Pestisida merupakan salah satu faktor produksi yang penting dalam kegiatan usahatani jeruk siam dan buah naga dengan penggunaan dosis dan waktu yang tepat.

**Variabel Tenaga Kerja ( $X_4$ )**

Hasil penelitian ini dapat diungkapkan bahwa faktor tenaga kerja terhadap produksi jeruk siam dan buah naga secara statistik signifikan pada taraf uji 5% dengan nilai koefisien regresinya sebesar 0,264. Hal ini berarti penggunaan variabel tenaga kerja pada kurva fungsi produksi berada pada daerah rasional. Non signifikkannya pengaruh variabel ini terhadap variabel terikat karena kegiatan pada usahatani relatif tidak membutuhkan banyak tenaga kerja. Hal ini disebabkan karena rata-rata umur tanaman jeruk siam masuk pada tahun ke-6

dan buah naga masuk pada tahun ke-3. Penyiapan lahan, penanaman dan pemanenan/pengangkutan sudah tidak dilakukan lagi, hanya pemeliharaan saja seperti penyiangan, penyemprotan, pemangkasan cabang ranting dan pengairan, sehingga alokasi tenaga kerja pada usahatani jeruk siam hanya sebanyak 26,70 HKP dan pada buah naga sebanyak 13,63 HKP. Secara ekonomis dapat dinyatakan bahwa setiap penambahan tenaga kerja sebesar 1%, maka produksi rata-rata sebesar 0,264% dengan asumsi *ceteris paribus*.

#### **Variabel Harga Input ( $X_3$ )**

Variabel harga input yang dimaksud dalam penelitian ini adalah rata-rata harga sarana produksi yang terdiri dari harga-harga pupuk, pestisida, dan harga upah tenaga kerja yang dialokasikan pada kegiatan usahatani. Dengan kata lain bahwa variabel harga input merupakan kemampuan daya beli petani terhadap macam faktor produksi yang hendak dialokasikan kepada kegiatan usahatani dengan jumlah dosis tertentu sesuai dengan rekomendasi (anjuan). Artinya variabel ini tidak lain merupakan kemampuan modal usahatani yang dimiliki oleh petani jeruk siam dan buah naga. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa variabel harga input berpengaruh sangat signifikan terhadap produksi kedua komoditas buah tersebut dengan nilai koefisien regresinya sebesar -0,519 pada taraf nyata 99%.

Nilai koefisien tersebut memiliki interpretasi ekonomis dimana jika harga-harga input produksi naik sebesar 1%, maka produksi akan cenderung turun sebesar 0,519% dengan asumsi *ceteris paribus*, dan sebaliknya. Hal ini sesuai dengan secara logika ekonomi bahwa jika harga-harga input semakin naik, maka daya beli atau kemampuan petani untuk menjangkau sejumlah dan macam sarana produksi dan tenaga kerja cenderung melemah. Implikasinya petani akan mengalokasikan input produksi dengan volume semakin berkurang atau di bawah anjuan dan implikasi berikutnya mengakibatkan produktivitasnya cenderung menurun, tetapi fenomena tersebut berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya<sup>10)</sup>. Pada lain pihak bahwa pengaruh variabel modal terhadap produksi hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian lainnya bahwa faktor modal usaha ( $X_1$ ) memiliki nilai probabilitas sebesar 0,00 menunjukkan bahwa probabilitas  $t$  lebih kecil dari level significance ( $\alpha = 0,05$ ),  $H_a$  diterima dan  $H_o$  ditolak berarti bahwa modal usaha ( $X_1$ ) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap produktivitas petani ( $Y$ )<sup>12)</sup>.

#### **Variabel Umur Tanaman ( $X_4$ )**

Variabel ini secara statistik berpengaruh tidak nyata terhadap produksi usahatani jeruk siam dan buah naga di daerah penelitian dengan nilai koefisien regresi sebesar -0,150 pada taraf nyata 90%. Jika umur tanaman bertambah tua, maka jumlah produksi jeruk siam dan buah naga akan semakin turun hingga masa umur produktifnya berakhir. Fenomena ini memenuhi hukum

yang berlaku bagi produksi pertanian yaitu mengikuti *The Law of diminishing returns* dan asumsi Fungsi Produksi *Cobb-Douglass*<sup>3)</sup>. Faktor penyebab mengapa variabel umur tanaman berpengaruh non significant terhadap produksi usahatani tersebut karena rata-rata umur tanaman jeruk siam masuk pada tahun 6 dari 10 tahun usia produktif dan buah naga rata-rata masuk pada tahun ke 3 dari 15–20 tahun usia produktif. Jika penelitian ini dilakukan pada usahatani tanaman jeruk siam mulai usia pada tahun ke 8 dan buah naga mulai usia tahun ke 10, maka diduga pengaruhnya terhadap produksi usahatani kedua komoditas tersebut akan sangat signifikan dengan koefisien regresi bertanda negatif.

#### **Variabel Tingkat Pendidikan Petani ( $X_7$ )**

Secara teoritis tingkat pendidikan seseorang menurut pandangan seorang pakar<sup>3)</sup> dapat berpengaruh terhadap cara berfikir rasional dalam mengembangkan sebuah usaha dan memengaruhi ketepatan dalam pengambilan keputusan. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap hasil produksi usahatani. Hal ini diindikasikan dari hasil analisis regresi secara parsial bahwa nilai koefisien regresi tingkat pendidikan petani memiliki pengaruh negatif sebesar -0,039 pada tingkat kesalahan  $\alpha 10\%$ . Jika semakin tinggi tingkat pendidikan petani, maka cenderung dapat menurunkan produksi jeruk siam dan buah naga.

Fenomena ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya<sup>12)</sup> bahwa tingkat pendidikan petani memiliki nilai probabilitas sebesar 0,030 menunjukkan bahwa probabilitas lebih kecil dari level significance ( $\alpha = 0,05$ ),  $H_o$  ditolak dan  $H_a$  diterima berarti bahwa pendidikan petani ( $X_2$ ) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap produktivitas buah naga ( $Y$ ). Kondisi ini berbeda dengan hasil penelitian di daerah penelitian, sehingga hal ini dapat dijelaskan karena salah satu penyebabnya adalah jumlah sampel di daerah penelitian hanya 22 orang responden, sedangkan hasil penelitian sebelumnya jumlahnya 100 orang responden. Perbedaan lainnya disebabkan oleh faktor demografis dengan karakteristik pendidikan antar daerah memiliki daya pengaruh yang berbeda terhadap sebuah pengelolaan usahatani. Jika jumlah sampel dalam penelitian ini ditambah, maka variabel tingkat pendidikan petani secara statistik akan berpengaruh signifikan terhadap produksi usahatani jeruk siam dan naga.

#### **Variabel Lama Pengalaman Petani ( $X_8$ )**

Pada umumnya secara teoritis dapat dipreposisi bahwa semakin lama pengalaman seseorang berusaha pada pekerjaan tertentu, maka semakin kuat tingkat manajemennya dalam menjalankan usahanya, sehingga dapat mendorong terhadap peningkatan produksinya. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa secara statistik variabel  $X_7$  ini berpengaruh non signifikan terhadap produksi usahatani jeruk siam dan buah naga dengan nilai koefisien regresinya sebesar 0,213 pada

taraf nyata  $\alpha 10\%$ . Jika lama pengalaman petani dalam menjalankan usahatani bertambah satu tahun, maka produksinya cenderung akan meningkat sebanyak 0,213% dengan asumsi *ceteris paribus* meskipun secara statistik pengaruhnya tidak signifikan. Tidak signifikannya lama pengalaman petani disebabkan karena selain kurang bervariasinya lama pengalaman tiap responden petani khususnya responden petani buah naga (rata-rata 3,10 tahun) dan petani jeruk manis (rata-rata 7,75 tahun).

**Variabel Jumlah Populasi Tanaman ( $X_9$ )**

Secara statistik variabel jumlah Variabel jumlah populasi tanaman berpengaruh non signifikan terhadap produksi usahatani dengan nilai koefisien regresi sebesar -0,218 pada tingkat kepercayaan 10%. Secara ekonomis dapat diinterpretasikan bahwa jika jumlah populasi masih terus ditambah lagi pada satuan lahan garapan sebesar 1%, maka produksinya justru akan cenderung mengalami penurunan sebesar 0,218% dengan asumsi *ceteris paribus*. Secara teknis dapat diartikan bahwa penggunaan bibit tanaman oleh petani sudah terlampaui melebihi kapasitas ideal per hektarnya, terutama oleh petani jeruk siam. Menurut hasil penelitian sebelumnya<sup>6& 13)</sup> bahwa jumlah pohon sebagai salah satu faktor produksi yang mempunyai kontribusi cukup besar terhadap usahatani. Besar kecilnya produksi dari usahatani antara lain dipengaruhi oleh jumlah pohon yang digunakan. Namun yang perlu diketahui bahwa tanaman jeruk itu berumur pendek karena masalah-masalah penyakit, mungkin ada baiknya untuk menanam baris ganda pada satu bedengan, misalnya berjarak tanam (5,5 + 2,5) x 4 m, hal ini akan menggandakan jumlah pohon per hektare menjadi 600 batang.

Kenyataan di lapangan menunjukkan fakta sebaliknya, dimana rata-rata petani jeruk siam di daerah penelitian menanam jeruk siam dengan jarak tanam (3.5 + 2) x 3 m, sehingga per hektar isi populasi tanamannya menjadi 1.489 pohon. Oleh karena itu menyebabkan koefisien regresinya bertanda negatif meskipun secara statistik pengaruhnya non significant. Artinya secara teknis elastisitas produksinya berada pada daerah III (irrational) dimana  $MPP < nol$  dan lebih kecil daripada

APP. Sehingga penambahan jumlah populasi tanaman justru akan mengakibatkan jumlah TPP semakin menurun karena lahan yang diusahakan jauh di atas kemampuan atau kapasitasnya sebagai media tumbuh bagi tanaman tersebut.

Kondisi di atas sangat bertolak belakang dengan kondisi petani buah naga, dimana rata-rata jumlah populasi tanamannya sebanyak 878 lubang-tiang panjat @ 3,5 pohon atau sebanyak 3.071 bibit buah naga per hektar. Jumlah populasi ini masih jauh dari anjuran, dimana jumlah lubang tanam dengan ukuran 40 x 40 x 40 cm dengan jarak tanam 2 m x 2,5 m, sehingga dalam 1 ha terdapat sekitar 2000 lubang tanam penyangga<sup>15)</sup>. Setiap tiang/pohon penyangga itu dibuat 3 – 4 lubang tanam dengan jarak sekitar 30 cm dari tiang penyangga. Selain itu, anjuran lainnya berpendapat bahwa kebutuhan bibit untuk budidaya buah naga seluas satu hektar sekitar 1000-6000 bibit. Jumlah bibit yang diperlukan tergantung pada metode tanam dan pengaturan jarak tanam. Dengan sistem ini dibutuhkan tiang panjat sebanyak 1600 batang dengan kebutuhan bibit tanaman sebanyak 6400 bibit per hektar<sup>5)</sup>.

**Faktor yang Berpengaruh terhadap Keuntungan Usahatani Buah Jeruk dan Naga**

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa secara simultan beberapa faktor yang diduga berpengaruh terhadap keuntungan usahatani jeruk siam dan buah naga di daerah penelitian melalui Uji F adalah signifikan pada taraf nyata 99% dimana nilai F-hitung adalah 5.31 > F-tabel sebagaimana yang tampak pada Tabel 3.2. Sementara itu, nilai koefisien Adjusted- $R^2$  sebesar 0,899 yang berarti bahwa sebesar 89,90% keuntungan usahatani buah jeruk siam dan buah naga di daerah penelitian dipengaruhi oleh variabel bebas yang meliputi: jumlah produksi, harga produksi dan biaya produksi dan selebihnya (11,1%) dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Oleh karena itu, maka model persamaan hasil analisis regresi berganda melalui pendekatan fungsi keuntungan Cobb-Douglass ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Hasil Analisis Regresi Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi Yang Berpengaruh Terhadap Keuntungan Usahatani Jeruk Manis dan Buah Naga

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
1 (Constant)	-1.017	.462			-2.203**	.041
X1 (Jumlah Produksi)	1.327	.035	1.069		37.573***	.000
X2 (Harga Produksi)	1.377	.016	.749		85.754***	.000
X3 (Biaya Produksi)	-.262	.081	-.089		-3.236***	.005

Keterangan:

Dependent Variable: Y, F-hitung ( $\alpha 1\%$ ) = 5,31,  $R^2$  = 0,999, Adjusted- $R^2$  = 0,899, dan D-W = 2,02

\*\*) =  $\alpha 5\%$ , dan \*\*\*) =  $\alpha 10\%$

Sumber: Data Primer Diolah, 2017

$$\ln Y = -1,017 + 1,327 \ln X_1 + 1,377 \ln X_2 - 0,262 \ln X_3$$

Secara matematik dapat diformulasikan dengan fungsi *cobb-douglas* sebagai berikut :

$$Y = -2,765 X_1^{1,327} X_2^{1,3776} X_3^{-0,262}$$

Model persamaan Y dan hasil analisis uji parsial melalui pendekatan *full-model* berdasarkan Tabel 3.2 dapat diinterpretasikan secara individu bahwa faktor produksi, harga jual, dan biaya produksi berpengaruh secara signifikan terhadap keuntungan usahatani jeruk siam dan buah naga. Adapun selengkapnya mengenai hasil uji keberartian bagi setiap variabel bebas terhadap variabel terikat akan diuraikan sebagai berikut:

#### **Variabel Jumlah Produksi ( $X_1$ )**

Variabel tingkat produksi mempunyai pengaruh yang positif dan sangat signifikan terhadap keuntungan usahatani jeruk siam dan buah naga pada taraf uji 1%, dimana secara statistik nilai koefisien regresinya sebesar 1,327. Artinya semakin tinggi jumlah produksi yang diperoleh petani, maka semakin besar tingkat keuntungan yang diterimanya. Produksi jeruk siam dan buah naga yang dihasilkan akan secara langsung memengaruhi tinggi rendahnya keuntungan, dimana rata-rata produksi jeruk siam mencapai 16,905.82 Kg per hektar dan buah naga mencapai 28,731.91 kg per hektar. Secara ekonomis jika produksi meningkat sebesar 1%, akan mengakibatkan peningkatan rata-rata keuntungan sebesar 1,327% dengan asumsi *ceteris paribus*, dan sebaliknya.

#### **Variabel Harga Jual Produk ( $X_2$ )**

Variabel harga jual produk jeruk siam dan buah naga berpengaruh positif dan sangat nyata secara statistik pada taraf kepercayaan 99% dengan nilai koefisien regresinya sebesar 1,377, dimana rata-rata harga jual produk tersebut masing-masing mencapai Rp 7250/kg dan Rp 6500/kg. Artinya semakin tinggi harga jual produk yang ditawarkan ke lembaga pemasaran akan menyebabkan penerimaan yang diperoleh petani semakin besar, sehingga keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, juga didukung dengan minimnya biaya produksi yang dikeluarkan sehingga penambahan faktor harga berpengaruh terhadap keuntungan petani. Secara ekonomis dapat diartikan bahwa setiap penambahan kenaikan tingkat harga cabai merah besar per kilogram sebesar 1%, maka keuntungan yang diterima petani akan meningkat rata-rata sebesar 1,377%.

#### **Variabel Biaya Produksi ( $X_3$ )**

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa ternyata pengaruh biaya produksi terhadap keuntungan petani secara statistik sangat signifikan pada taraf uji 1%, dimana nilai koefisien regresinya sebesar -0,262. Hubungan fenomena ini sesuai dengan teori dan logika ekonom bahwa faktor biaya produksi berpengaruh negatif terhadap tingkat keuntungan usahatani. Semakin

besar biaya produksi yang dikeluarkan petani, semakin kecil keuntungan yang diterima petani dan sebaliknya. Selanjutnya secara ekonomis dapat diinterpretasikan bahwa setiap penurunan biaya produksi jeruk siam dan buah naga sebesar 1%, maka tingkat keuntungan petani akan meningkat rata-rata sebesar 0,262%. Sementara interpretasi lainnya adalah jika biaya produksi mengalami kenaikan sebesar 1%, maka tingkat keuntungan akan mengalami penurunan sebesar 0,262% dengan asumsi *ceteris paribus*.

### **KESIMPULAN**

1. Faktor sosial ekonomi (lahan yang diusahakan, harga input produksi, jumlah populasi tanaman, umur tanaman, pupuk, pestisida, tenaga kerja, pengalaman petani, tingkat pendidikan) berpengaruh nyata terhadap produksi usahatani jeruk manis dan buah naga di daerah penelitian pada taraf nyata 99% dan nilai koefisien determinasi Adjusted- $R^2$  sebesar 0,845. Sedangkan secara parsial diketahui bahwa faktor luas lahan yang diusahakan dan harga-harga input produksi berpengaruh nyata terhadap produksi usahatani buah jeruk manis dan buah naga dengan masing-masing pada taraf nyata 5% dan 1%, sedangkan faktor jumlah populasi tanaman, umur tanaman, pupuk, pestisida, tenaga kerja, pengalaman petani, dan tingkat pendidikan berpengaruh tidak nyata, dan
2. Faktor biaya produksi, harga output, dan jumlah produksi berpengaruh secara signifikan terhadap keuntungan usahatani jeruk siam dan buah naga pada taraf nyata 99% dan nilai koefisien Adjusted- $R^2$  sebesar 0,899. Demikian pula secara parsial semua variabel bebas berpengaruh nyata terhadap variabel terikat pada taraf nyata 1%.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih Penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jember yang telah mendukung pendanaan untuk dapat melaksanakan penelitian ini. Ucapan terima kasih pula Penulis sampaikan kepada mahasiswa Program Studi Agribisnis yang telah banyak membantu di lapangan, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- 1) Nazir. *Metode Penelitian*. Grafika Indonesia. Bandung. 1985.
- 2) Draper, N., dan Smith, H. *Analisis Regresi Terapan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 1992.
- 3) Soekartawi. *Ilmu Usaha Tani*. Penerbit UI. Jakarta. 2002.
- 4) Kristanto, D. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Penebar Swadaya. Jakarta. 2008.

- 5) Wikipedia. Buah Naga. 2008. [http://www.wikipedia.org/buah naga](http://www.wikipedia.org/buah%20naga). Diakses pada Tanggal 15 Maret 2016.
- 6) Yuniarto. *Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produksi Bawang Merah Studi Kasus Desa Kendawa, Kecamatan Jatibarang Kabupaten Brebes*. 2008. Universitas Diponegoro, Semarang.
- 7) Departemen Pertanian. *Kondisi Pertumbuhan Produksi dan Kebutuhan Pangan Hortikultura Nasional*. Jakarta. 2012.
- 8) Sulastri, S., Yuliati, Y., dan Soemarno. *Analisis Usahatani Kedelai (Glycine max L.) yang Berkelanjutan di Kecamatan Sukorejo Kabupaten Ponorogo*. Dalam Thesis pada Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. 2012. <https://marno.lecture.ub.ac.id>. Didownload tanggal 15 Juli 2016.
- 9) Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung. 2014.
- 10) Aluhariandu, V.E., Tariningsih, D., dan Lestari, P.F.K. *Analisis Usahatani Jeruk Siam dan Faktor-Faktor yang Memengaruhi Penerimaan Petani (Studi Kasus di Desa Banyung Gede Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. Agrimeta-Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*. 2014: 5 (1) Hal. 77 - 88.
- 11) Dinas Pertanian, Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Banyuwangi. 2015. [Jaringnews.com](http://jaringnews.com) dan [Tempo.com](http://tempo.com). Diakses pada tanggal 17 April 2016.
- 12) Efendi, M.S., Suswandi, E., dan Fivien. *Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Produktifitas Usahatani Buah Naga (Studi Kasus di Desa Kemuning Lor Kecamatan Patrang Kabupaten Jember)*. 2015. <http://www.repository.unej.ac.id/bitstream>. Diakses pada tanggal 03 Februari 2017.
- 13) Nofita,, I., dan Hadi, S. *Analisis Usahatani Cabai Merah Besar Di Desa Andongsari, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember*. Jurnal Agritrop. 2015: 13 (2). Hal. 155 – 161.
- 14) -----, Jeruk Siam Banyuwangi Tembus Pasar Nasional. <http://banyuwangikab.go.id>. 2016. Diakses pada tanggal 10 Februari 2017.
- 15) Wijaya, R.T. *Belajar Budidaya Buah Naga Lengkap Cara Tanam Tani*. 2017 [www.berwirausaha.net](http://www.berwirausaha.net). Diakses pada tanggal 21 Januari 2017.

# Pengaruh Non Value-Added Activity terhadap Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE) Proses Produksi Kapal

(The Influence of Non Value-Added Activity to Manufacturing Cycle Effectiveness of Ship Production Process)

Muhammad Riyadi

Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Hang Tuah, Surabaya

## ABSTRAK

MCE adalah tolak ukur untuk mengetahui seberapa efisien suatu aktivitas mengonsumsi sumber daya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh non value added activities dan value added activities terhadap nilai MCE proses produksi konstruksi lambung kapal di PT. PAL Indonesia. Indikator non value added activities diketahui dari perhitungan Jam Orang (JO). Analisis permasalahan dilakukan dengan menggabungkan 7 waste dengan 7 management tools yang disebut VALSAT. Hasil penelitian menunjukkan perhitungan MCE paling rendah terdapat pada tahap SSH sebesar 28 persen dan dapat dikatakan sangat jauh dari MCE ideal. Pada tahap SSH ini terdapat 72 persen yang mengandung aktivitas non value added activities dan pemborosan JO yang paling tinggi terdapat pada aktivitas waiting time, sebesar 32,02 persen. Berdasarkan hasil analisis, pengurangan non value added activities secara keseluruhan meningkatkan nilai MCE, sehingga perlu dilakukan reduksi storage dan delay untuk mengurangi non value added activities dan menekan waktu Cycle Time agar nilai MCE setiap tahap proses produksi menjadi lebih efektif.

**Kata kunci:** Non Value-Added Activity, MCE, Proses produksi Kapal

## ABSTRACT

MCE is a measure to indicate the percentage of value added activities contained in an activity that is used by companies. The use of MCE as a representation of a decrease in cycle time and man hours. The purpose of this research is to identify and analyze non-value added activities and value added activities, in the production process of the hull construction in PT. PAL Indonesia. Activities Non Value-added indicators known from the calculation of man hours, conducting problem analysis by combining 7 waste, with 7 management tools. Research conclusion is that MCE currently the lowest at this stage of SSH is equal to 28 percent, meaning very far from MCE ideal, in this step of SSH 72 percent contain the activities of non added activities, types of waste highest are activities waiting time for 32.02 percent. Concluded that from MCE analysis Storage and delay known that have the biggest share in the number activity. Therefore should be the reduction of storage and delay to reduce non-value added activity and Cycle Time pressed for MCE every stage of the production process to be more effective.

**Keywords:** Non Value-Added Activity, MCE, Ship Production Process.

## PENDAHULUAN

Industri galangan kapal dalam negeri adalah salah satu komponen industri kelautan yang harus mendapat perhatian serius agar menjadi industri yang kompetitif. Industri galangan kapal merupakan industri yang paling utama dalam menunjang transportasi laut dalam rangka pembangunan maritim. Galangan kapal nasional dapat memproduksi kapal dengan tingkat produktivitas tinggi melalui penerapan teknologi dan manajemen produksi modern (Ma'ruf, 2014). Kemampuan suatu galangan meraih pesanan kapal baru terletak pada tingkat produktivitasnya, yaitu kemampuan membangun kapal sesuai spesifikasi dan persyaratan mutu, harga bersaing, dan waktu penyerahan yang singkat atau lebih dikenal dengan *Quality Cost Delivery* (QCD).

Untuk menjadi perusahaan yang mempunyai nilai ekonomis yang baik, manajemen perusahaan senantiasa

harus melakukan perbaikan terhadap berbagai aktivitas yang dilakukan untuk menghasilkan produk dan jasa serta menghilangkan aktivitas bukan penambah nilai, sehingga pelanggan hanya dibebani dengan aktivitas penambah nilai. (Mulyadi, 2001).

PT. PAL Indonesia dalam meningkatkan produktivitas pada saat ini telah menggunakan metode FOBS (*Full Outfitting Block System*) dalam pelaksanaan produksi pembangunan kapal yang merupakan aplikasi *group technology* pada *hull construction* dan *outfitting work*. Namun, meskipun telah menerapkan metode FOBS (*Full Outfitting Block System*), PT PAL Indonesia masih saja sering menghadapi permasalahan, terutama pada ketepatan waktu penyelesaian produksi sebuah kapal. Beberapa aspek penyebab terjadinya keterlambatan produksi tersebut adalah masalah aliran material yang belum bisa sesuai dengan perencanaan proses pekerjaan, *waste workshop* yang terjadi masih besar, maka efisiensi



Kapal perang jenis *Strategic Sealift Vessel* yang di produksi pada tahun 2015 di PT. PAL Indonesia. Berdasarkan kurva S Produksi kapal *Strategic Sealift Vessel* yang dikeluarkan oleh Dep. PPC Kapal Niaga PT. PAL, terlihat progress fisik pada bulan Oktober 2015 baru mencapai 58 persen, sementara realisasi jam orang sudah mencapai 107.7 persen artinya terdapat *non added value activities* berupa Jam Orang (JO). Hal tersebut dikarenakan proses produksi masih mengandalkan proses *push*, sehingga terjadi banyak *bottleneck* terutama pada proses *assembly*. Penumpukan juga terjadi pada proses fabrikasi dan *sub-assembly*, sehingga bengkel konstruksi lambung kapal menjadi penuh dan sulit untuk melakukan *handling* material produksi yang sedang dalam proses. Dari permasalahan ini dapat kita simpulkan bahwa proses pembangunan kapal baru masih memiliki masalah pada proses produksinya, yang menyebabkan *cycle time* lebih lama dikarenakan pengaruh *non added value activities* yang terjadi dalam proses produksi sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus untuk meminimalkan kesalahan yang ada.

#### Upaya Mereduksi *Non value added activities* pada Industri Galangan Kapal

Menurut Liker (2002), aktivitas yang termasuk *Added-value activities* di industri galangan kapal adalah *welding* dan *outfitting*, sedangkan *non-value added activities* termasuk diantaranya adalah *preparations*, *setting-up*, *waiting*, *storage*, dan *excessive unnecessary fitting*, bentuk aktivitas *non value added activities* ini adalah berpengaruh terhadap jam orang. Namun yang lebih penting, mengurangi kegiatan murni *non value added activities*, yang memiliki dampak besar terhadap *lead time* (Liker, J.K, and Lamb, T. 2002).

Banyak Pengusaha dibidang industri galangan kapal telah berupaya melakukan usaha perbaikan teknologi tertentu untuk fasilitas galangan mereka selama beberapa dekade terakhir. Namun, perubahan ini masih belum menaikkan tingkat persaingan dan produktivitas terhadap galangan kapal yang dimiliki. Termasuk beberapa galangan kapal di Eropa, yang berupaya meningkatkan proses teknologi industri galangan kapal, seperti mengganti dua sisi pengelasan pada panel perakitan dengan satu sisi las, namun belum melakukan perubahan metodologi terhadap sistem operasional, seperti menerapkan *one-piece flow* diproses perakitan panel, yang diperlukan untuk lebih kompetitif dipembangunan berbagai jenis kapal sehingga belum mencapai hasil yang optimal. Melihat kondisi permasalahan diatas maka pada tahun 1999 Storch melakukan penelitian, dimana dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *integrare lean manufacturing* proses produksi menjadi lebih efisien mengurangi jam-orang (JO) hingga 60 persen dari keadaan semula (Storch, R.L., and Lim, Sanggyu.,1999).

Dengan pertimbangan yang sama sebuah studi kasus menggambarkan perbandingan sebuah proses produksi dari proses perakitan dengan menggunakan panel-blok kemudian dikembangkan dengan menggunakan *system batch* produk. Proses produksi dianalisis, termasuk blok *double bottom* dari tiga jenis kapal, dengan menggunakan prinsip-prinsip *lean* tarik (*pull*) dan *one peace flow*, hal ini terus ditransformasikan untuk dikembangkan. Akhirnya, dengan menggunakan metode *Monte Carlo* yang digunakan untuk membantu estimasi jam orang (JO) dan juga untuk mengurangi risiko dalam proses pengambilan keputusan (Kolic.D,F. N, 2012).

Industri galangan kapal di Indonesia pun mengalami hal yang serupa, sehingga penulis tertarik melakukan penelitian ini.

#### METODOLOGI

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dengan *tools* yang digunakan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

##### 1. Identifikasi *Waste* – Kuisisioner Pemborosan(*Non Value added activity*)

Pada tahap ini dilakukan pembobotan *waste* yang sering terjadi dalam proses produksi. Untuk melakukan pembobotan maka peneliti menyebarkan kuisisioner dan berdiskusi kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek yang difokuskan pada divisi produksi yang berjumlah 5-10 orang.

##### 2. *Big Picture Mapping*

*Big Picture Mapping* digunakan untuk menggambarkan sistem produksi (mulai dari cara memesan sampai barang jadi secara keseluruhan) beserta aliran nilai yang terdapat pada perusahaan, sehingga nantinya diperoleh gambaran mengenai aliran informasi dan aliran fisik dari sistem yang ada, mengidentifikasi dimana terjadinya *waste*, serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan berdasar dari masing-masing karakteristik proses yang terjadi.

##### 3. Metode VALSAT

Dalam Valsat ini terdapat tujuh *tool* yang nantinya akan di gunakan untuk menganalisa pemborosan-pemborosan tersebut.

##### 4. *Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE)*

Untuk mengetahui pengurangan pada aktivitas yang bukan penambah nilai (*non value added activities*) yang diharapkan tidak terdistorsi, dilakukan dengan menggunakan analisis *manufacturing cycle effectiveness (MCE)*. Analisis MCE dihitung dengan membandingkan *processing time* dengan *cycle time*. Adapun *cycle time* terdiri dari *processing time*, *inspection time*, *moving time* dan *waiting time*.

## HASIL

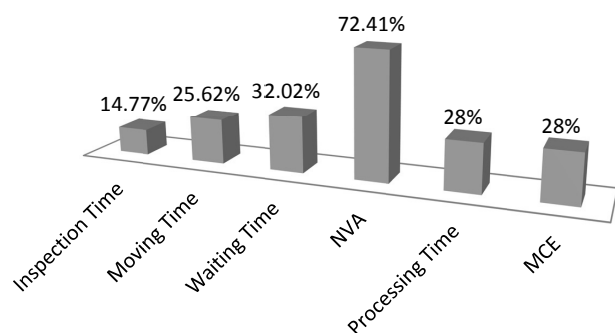
### Analisis MCE Tiap Tahap Produksi Divisi Kapal Niaga Saat ini

#### *Steel Stock House (SSH)*

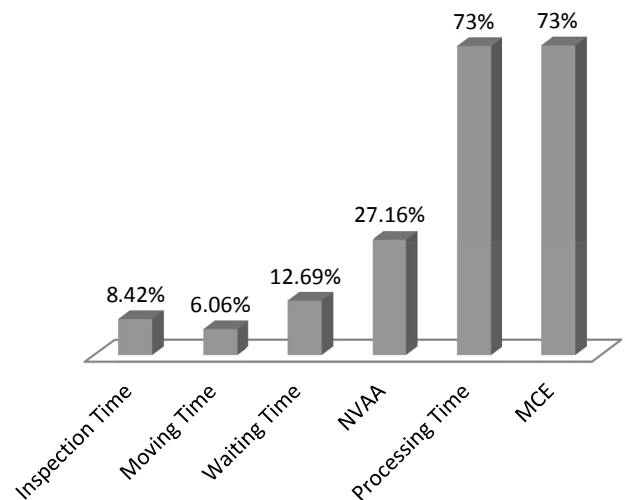
Dari hasil MCE tahap *Steel Stock House (SSH)*, berdasarkan Gambar 4.1 diperoleh nilai *Cycle Effectiveness* sebesar 28 persen, artinya sangat jauh dari MCE ideal, dalam hal ini pada tahap *Steel Stock House* 72 persen mengandung aktivitas *non added activities*, jenis pemborosan Jam Orang (JO) yang paling tinggi adalah aktivitas *waiting time* sebesar 32,02 persen.

Tahap ini perlu mendapatkan perhatian khusus karena dapat dikatakan merupakan tahap awal sebelum masuk kepada tahap proses produksi pabrikan lambung, yang artinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses tahap selanjutnya. Dari identifikasi *waste* yang ada, proses menunjukkan bahwa pemborosan terjadi dikarenakan adanya *flow*/aliran dan produksi yang bersifat kontinyu dengan ukuran *batch* yang besar, dan juga adanya banyak aktivitas yang ditujukan untuk mempermudah pekerjaan justru membuat semakin bertambahnya waktu untuk memproses material dan menyebabkan kebutuhan waktu menjadi meningkat, seperti terjadinya penyortiran yang berulang, hal ini disebabkan karena kedatangan material digudang belum teridentifikasi penggunaannya dengan baik, selain itu penyebab rendahnya MCE pada tahap ini dan akan berpengaruh pada tahap berikutnya adalah keterlambatan material masih terjadi, karena ketidakpastian perencanaan dan pengadaan material konsumabel. Hal ini dikarenakan perencanaan yang kurang tepat dan tidak adanya pengawasan dan *kontrol* kebutuhan material yang kurang tepat. Aktivitas hanya dapat dilakukan jika bahan/material yang diterimanya telah diproses pada stasiun sebelumnya, sementara pada tahap ini *waiting time* cukup lama yang artinya memicu terjadinya inventori setiap tahapan proses produksi dan hal ini tentunya memengaruhi nilai MCE pada tahap proses berikutnya.

Lebih jelasnya dapat dilihat persentase aktivitas tahap SSH pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Persentase Aktivitas Produksi Tahap SSH Terhadap Jam Orang.



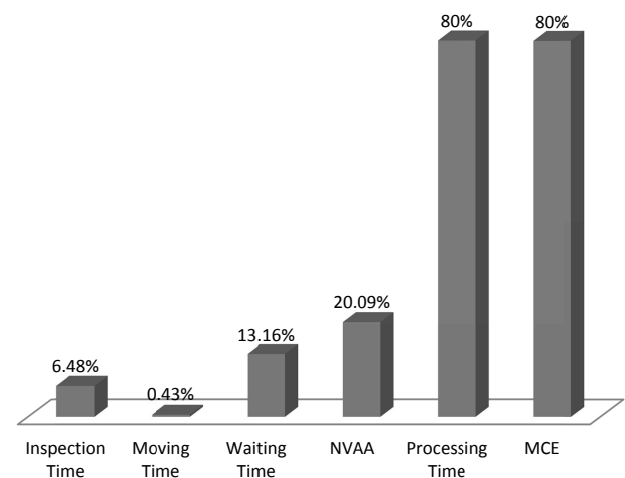
**Gambar 2.** Grafik Persentase Aktivitas Proses Produksi Tahap Fabrikasi Terhadap Jam Orang.

#### *Pabrikasi*

Dari hasil analisis MCE tahap pabrikan ini, berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa ada pengaruh secara signifikan akibat proses sebelumnya. Dari perhitungan MCE terjadi *waste* berupa, *labelling* dan *inventory buffer*, karena memiliki waktu lebih singkat dibanding dengan tahap Pabrikasi. Hal ini dapat dilihat dari proses *grift blasting* dan pabrikan yang memiliki waktu yang cukup signifikan sehingga menyebabkan nilai MCE pada tahap ini 73 persen. Jika tahap SSH dapat ditangani dengan baik, maka MCE tahap fabrikasi ini akan menjadi lebih efektif.

#### *Sub Assembly*

Pada tahap *Sub Assembly* ini MCE menunjukkan jauh lebih baik dari tahap-tahap sebelumnya dimana *cycle effectiveness* 80 persen, hal ini karena proses *Sub*



**Gambar 3.** Grafik Persentase Aktivitas Proses Produksi Tahap *Sub Assembly* Terhadap Jam Orang

*Assembly part* ini memang membutuhkan *processing time* yang cukup lama yakni pengelasan, karena proses penggunaan mesin semi otomatis yang sangat berbeda dibanding proses sebelumnya yang memang harus dikerjakan berdasarkan skill manusia, sehingga mengakibatkan dalam proses ini masih ditemukan *waste* berupa *buffer* dalam proses. Lebih jelasnya dapat dilihat persentase aktivitas tahap *Sub Assembly* ini pada Gambar 3.

**Assembly**

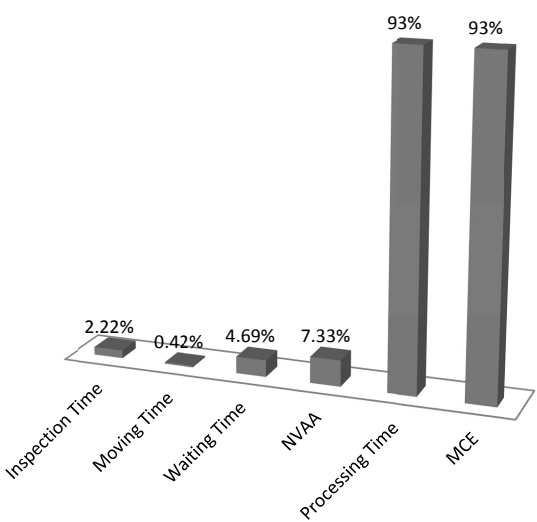
Dari keseluruhan proses yang terjadi pada pembangunan konstruksi lambung kapal, proses *assembly* ini memiliki waktu proses yang lebih panjang, karena menyatukan seluruh bagian yang berupa panel menjadi kesatuan *block* yang lebih besar dan aktivitas pada tahap ini sebagian besar manual, namun dari hasil MCE menunjukkan proses produksinya jauh lebih efektif dari tahap sebelumnya yakni sebesar 93 persen dapat dikatakan bahwa aktivitas penggunaan Jam Orang (JO) yang tidak menambah nilai bagi *consumen* pada tahap ini hanya sekitar 7 persen.

Terjadinya *waste* pada tahap *assembly* ini salah satunya dikarenakan terjadinya *buffer*, sehingga menyebabkan menyerap Jam Orang (JO) pada aktivitas jenis *Waiting* sebesar 4.69 persen, hal ini tidak bisa dihindari karena pengaruh dari tahap sebelumnya, disebabkan proses kerja menggunakan system kontinyu, sehingga proses akan terus dilakukan untuk memenuhi kapasitas masing-masing proses tanpa memperdulikan kondisi dan kesiapan tahap berikutnya. Lebih jelasnya dapat dilihat persentase aktivitas tahap *Assembly* ini pada Gambar 4.

**PEMBAHASAN**

Adapun analisis pembahasan adalah sebagai berikut:

- a) Operasi  
Proses pembuatan *block* adalah proses yang sangat kompleks dilihat dari jumlah aktivitas yang ada, walaupun material yang dipergunakan hanya berupa pelat dan profil. Aktivitas utama di bengkel *sub-assembly*, *Assembly Main Panel Line*, adalah pengelasan, tetapi dalam pengerjaannya proses pengelasan yang dilakukan dibengkel-bengkel produksi tersebut memang membutuhkan waktu yang lama.
- b) Transportasi  
Kegiatan *material handling* di lantai produksi menggunakan OHC (*Over Head Crane*), *transverse with chain*, *Conveyor* dan *rigging*. Aktivitas pemindahan material alat transportasi yang paling sering dilakukan adalah OHC. Padatnya jadwal penggunaan OHC, karena satu unit OHC untuk mengangkat plat/profile yang berasal dari proses *cutting*, *bending*, maupun *fairing*. Akibatnya ketiga proses tersebut menjadi lama karena menunggu OHC



**Gambar 4.** Grafik Persentase Aktivitas Proses Produksi Tahap *Assembly* Terhadap Jam Orang

sebagai alat angkat utama. Pada proses *fitting* di bengkel *Sub assembly* dan *Assembly* juga demikian.

- c) Inspeksi  
Proses inspeksi pada tiap proses dilakukan oleh operator sendiri. Sebelum dilakukan proses *cutting*, harus dilakukan proses inspeksi sendiri mengenai ukuran hasil *marking*. Selanjutnya pada proses *cutting* pelat yang tidak memenuhi spesifikasi akan dilokalisir kemudian dilakukan *rework*. Pengawasan terhadap dimensi pelat saat proses *marking* hingga *assembly* dilakukan oleh bagian *Accuracy Control*. Proses inspeksi yang terakhir dilakukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dan pemilik kapal (*Ship Owner*).
- d) Storage  
*Buffer*/penyimpanan sementara dilakukan pada saat pelat menunggu untuk proses *marking/cutting*. Hal ini karena pembebanan kerja mesin yang berbeda. Peralatan bengkel produksi perlu dilakukan standarisasi untuk tiap mesin, sehingga dapat diketahui kapasitas dari tiap mesin dalam melakukan proses pemotongan pelat/profil. *Buffer* / penyimpanan sementara terjadi setelah proses *marking*, *cutting*, *bending* dan *fairing*, dikarenakan pelat dan profile yang akan dikirim ke bengkel *sub assembly* dan *assembly main panel line* harus lengkap per *block*. Jika proses kelengkapan material per block tidak tercapai, maka terjadi *buffer* diantara proses. Akibatnya terjadi *delay*, dan ketidakseimbangan beban kerja diakibatkan oleh masing-masing unit produksi (bengkel-bengkel produksi) berpacu mengejar *output*, tidak peduli apakah proses material lengkap atau tidak.
- e) Delay  
Penundaan yang terjadi merupakan aktivitas menunggu yang dialami oleh material (pelat atau profile) menunggu proses persiapan mesin untuk

melakukan proses produksi. Aktivitas penundaan merupakan aktivitas yang sering terjadi saat melakukan *set-up* mesin. Mulai mesin-mesin fabrikasi dibengkel pabrikan dan mesin las di *Assembly* misalnya FCB (*Flux Copper Backing*) welding, ataupun (FWG) *Fillet Welding Gantry*. Mesin *cutting*, dan *bending* mampu menghasilkan pelat dengan berbagai macam bentuk serta dengan ketebalan yang berbeda, sehingga dalam satu hari dapat dilakukan *set-up* berulang-ulang.

#### Rekomendasi Perbaikan

Sesuai dengan konfirmasi bagian PPC dan produksi pihak galangan, dapat dinyatakan bahwa penerapan Konsep dan peningkatan nilai MCE dengan pengurangan *non value added activities* di industri kapal, secara konsep dapat diterima dengan pertimbangan tidak adanya pengeluaran biaya untuk melakukan perubahan penyederhanaan dari aspek teknis, namun perlu melakukan koordinasi dengan pihak pemasok dalam hal ini Industri material kapal, agar menyesuaikan terhadap sistem yang digunakan oleh pihak galangan dalam pengiriman material. Sedangkan manfaat akibat penyederhanaan proses akan menyebabkan terjadi penurunan lingkup pekerjaan desain maupun produksi sehingga terjadi penurunan Jam Orang dan peningkatan *Manufacturing Cycle Effectiveness* sehingga akan menurunkan biaya produksi, menjadi pertimbangan adalah dapat dilihat dari hasil perencanaan yang telah dilakukan dengan menggunakan sistem tarik, didapatkan pengurangan jumlah inventori dari semula terjadi di 4 bagian, menjadi hanya satu pos inventori, hal ini karena mampu meningkatkan efektivitas proses produksi sehingga nilai MCE semakin mendekati ideal yakni 90 persen. Dengan melakukan penerapan sistem tarik (*pull*) dan menggunakan *one piece flow* pada proses produksi, maka jumlah inventori dapat diminimalisir, selain itu inventori dapat dikontrol seminimal mungkin berdasarkan kebutuhan dan menyesuaikan kebutuhan kapasitas produksi tiap bagian sehingga tidak ada penumpukan material dalam proses. Dengan skenario MCE yang berbeda-beda di setiap tahap proses produksi, terlihat bahwa penghapusan *non value added activity* berpengaruh cukup signifikan terhadap penurunan *cycle time*, oleh karena itu penerapan konsep MCE akan lebih efektif bila disertai dengan upaya-upaya penurunan *cycle time non value added activity*, karena *non value added activity* sangat memengaruhi nilai MCE setiap tahap kegiatan.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Dari hasil skenario yang dilakukan dengan MCE yang berbeda-beda di setiap tahap proses produksi, terlihat bahwa penghapusan *non value added activity* berpengaruh cukup signifikan terhadap penurunan *cycle time*, hal ini karena mampu meningkatkan efektivitas proses produksi sehingga nilai MCE semakin mendekati ideal yakni 90 persen pada saat dilakukan penyederhanaan proses yang menyebabkan terjadi penurunan lingkup pekerjaan desain maupun produksi karena terjadi penurunan Jam Orang yang merupakan bagian dari *non value added activity*. Oleh karena itu peningkatan nilai MCE akan lebih efektif jika disertakan dengan penurunan *cycle time non value added activity*, karena *non value added activity* sangat memengaruhi nilai MCE setiap tahap kegiatan.

##### Saran

Pada penelitian ini diberikan rekomendasi untuk penyusunan *flow process* yang baru dengan menghilangkan atau mereduksi terjadinya *waste* sehingga mencapai nilai MCE Optimal dengan melakukan perubahan rancangan *flow process* sebagai berikut:

1. Merubah sistem push yang diterapkan oleh perusahaan dan digantikan dengan sistem tarik (*pull*), dimana kebutuhan material akan diberikan didasarkan pada kebutuhan dari tahap proses produksi berikutnya, sehingga mengurangi *inventory*
2. Melakukan kerjasama dengan pihak *supplier* agar proses pengadaan barang dan jasa menyesuaikan dengan sistem batch atau block, yang artinya pemasok akan memberikan layanan tambahan berupa *sorting row material* dengan kebutuhan per block, sehingga seluruh aktivitas yang berhubungan dengan *Non value added activities* akan hilang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ma'ruf, B. 2014. Inovasi Teknologi Untuk Mendukung Program Tol Laut dan Daya saing Industri kapal nasional, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan II, Institut Teknologi Adi Tama, Surabaya
- Mulyadi. 2001. Sistem Perencanaan dan Pengendalian Manajemen: Sistem Pelipat ganda Kinerja Perusahaan. Jakarta: Salemba Empat
- Liker, J.K. and Lamb, T. 2002. *What is Lean Ship Construction and Repair?*. *Jam Orang (JAM ORANG) journal of Ship Production*, Vol. 18, No.3
- Storch, R.L, and Lim, S. 1999. *Improving Flow to Achieve Lean Manufacturing in Shipbuilding*, *Production Planning and Control*, Vol. 10, No.2
- Kolich, D, F. N. 2012. *Lean Manufacturing Methodology for shipyards*, Faculty of Engineering, University Of Rijeka.

