



TESIS - TI 142307

***SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT
BERDASARKAN INDEKS PROSES KAPABILITAS
UNTUK MULTIPLE CHARACTERISTIC***

ERIK BAGUS PRASETYO
02411650013042

DOSEN PEMBIMBING
NANI KURNIATI, S.T., M.T., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN KUALITAS DAN MANUFAKTUR
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



THESIS - TI 142307

***SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT BASED
ON PROCESS CAPABILITY INDEX FOR MULTIPLE
CHARACTERISTIC***

ERIK BAGUS PRASETYO
02411650013042

SUPERVISOR
NANI KURNIATI, S.T., M.T., Ph.D.

MAGISTER PROGRAM
MANUFACTURE AND QUALITY MANAGEMENT
INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTEMENT
FACULTY OF TECHNOLOGY INDUSTRY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

**SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT BERDASARKAN INDEKS PROSES
KAPABILITAS UNTUK MULTIPLE CHARACTERISTIC**

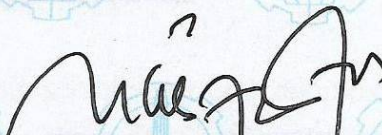
Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

ERIK BAGUS PRASETYO
NRP. 02411650013042

Tanggal Ujian : 11 Januari 2018
Periode Wisuda : Maret 2018

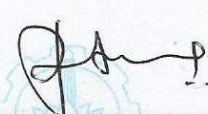
Disetujui oleh :


1. **Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.**
NIP. 19750408 199802 2 001

(Pembimbing)

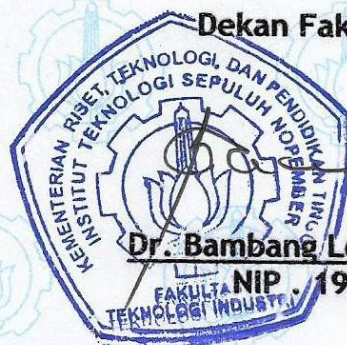

2. **Prof. Ir. Budi Santosa, M.S., Ph.D.**
NIP. 19690512 199402 1 001


(Penguji I)


3. **Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.**
NIP. 19740508 199903 2 001

(Penguji II)

Dekan Fakultas Teknologi Industri,




Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T., M.T.
NIP. 19690507 199512 1 001

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erik Bagus Prasetyo
NRP : 02411650013042
Program Studi : Magister Teknik Industri – ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul :

*“SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT BERDASARKAN INDEKS
PROSES KAPABILITAS UNTUK MULTIPLE CHARACTERISTIC”*

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Seluruh referensi yang dikutip dan dirujuk telah saya tulis secara lengkap di daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2018
Yang membuat pernyataan,

Erik Bagus Prasetyo
NRP. 02411650013042

“halaman ini sengaja dikosongkan”

SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT BERDASARKAN INDEKS PROSES KAPABILITAS UNTUK MULTIPLE CHARACTERISTIC

Nama Mahasiswa : Erik Bagus Prasetyo
NRP : 02411650013042
Dosen Pembimbing : Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Kebutuhan utama untuk melakukan proses produksi dalam perusahaan manufaktur adalah bahan baku yang berkualitas, sehingga sebagian besar perusahaan manufaktur tergantung pada *supplier*. Manajemen hubungan dengan *supplier* yang dikelola dengan baik menghasilkan kepuasan pelanggan, reduksi biaya, kualitas dan pelayanan yang lebih baik dari *supplier*. Pengelolaan *supplier* dapat membahas tentang pemilihan, pengelompokan, dan pengembangan *supplier*. Dari beberapa kriteria pemilihan *supplier*, kualitas merupakan salah satu kriteria yang penting dan digunakan dalam penilaian *supplier* yang akan mempunyai dampak positif terhadap perusahaan manufaktur. Telah banyak penelitian tentang pemilihan *supplier* akan tetapi hanya berakhir pada pemilihan *supplier* saja, tidak ada tindak lanjut terhadap pengelolaan *supplier* yang dipilih atau tidak dipilih. Pada penelitian ini *supplier* dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan indeks proses kapabilitas *multiple characteristic*. Tujuannya untuk memberikan usulan pengembangan masing-masing kelompok *supplier*. Jumlah *supplier* pada penelitian ini adalah sembilan, dengan hasil pembagiannya yaitu kelompok pertama terdiri dari *supplier* A, D, I, B, dan C. Sedangkan untuk kelompok kedua terdiri dari *supplier* E, F, H, dan G. Karakteristik kualitas pada kelompok satu lebih baik daripada kelompok dua secara keseluruhan baik pada *bursting*, *tear strength*, *tensile strength*, dan *elongation*. Selanjutnya dilakukan penyusunan program pengembangan *supplier* berdasarkan kelompoknya. Program yang diusulkan adalah *framework* pengembangan untuk kelompok *supplier* 1, kelompok *supplier* 2, dan pengelolaan *supplier* di masa depan.

Kata Kunci: *Supplier relationship management*, pengelompokan *supplier*, indeks kapabilitas, *multiplequality*, pengembangan *supplier*.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT BASED ON PROCESS CAPABILITY INDEX FOR MULTIPLE CHARACTERISTICS

Student Name : Erik Bagus Prasetyo
NRP : 02411650013042
Supervisor : Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

The main requirement of manufacturing company is quality of their raw materials. Hence, most of them depend on their suppliers. A well managed supplier relationship management results an increased customer satisfaction, reduced costs, better quality and better service from suppliers. Among supplier management includes supplier selection, supplier clustering and supplier development. Quality has been used as an important criteria in supplier selection, which provide a positive impact to manufacturer. There are lots of research in supplier selection with no further analysis for supplier development. In this research supplier has been grouping in two groups based in process capability index for multiple characteristic. Among nine suppliers, five suppliers are in group 1 and another four are in group 2. The quality characteristic of group 1 over group 2 for all characteristic i.e. bursting, tear strength, tensile strength and elongation. Furthermore, the development program was formulated for each group. The proposed development framework was extend for group 1, group 2 and future supplier management.

Keywords: *Supplier relationship management, supplier grouping, capability index, multiple quality, supplier development.*

“halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia, keberkahan dan limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tesis ini dengan baik. Laporan tesis ini ditulis dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Pascasarjana di Departemen Teknik Industri – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, dengan judul “*Supplier Relationship Management Berdasarkan Indeks Proses Kapabilitas Untuk Multiple Characteristic*”.

Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan laporan penelitian tesis ini. Adapun pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut :

1. Ibu Nani Kurniati, S.T., M.T, Ph.D., selaku dosen pembimbing dalam melaksanakan penelitian tesis ini sekaligus dosen wali selama penulis melaksanakan studi di Program Pascasarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
2. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.S., Ph.D. dan Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.T., Ph.D., selaku tim dosen penguji, atas koreksi, saran dan masukan dalam pengerjaan tesis ini.
3. Bapak Erwin Widodo, ST, M.Eng., Dr.Eng., selaku Ketua Program Pascasarjana Teknik Industri dan jajaran dosen di Program Pascasarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
4. Kedua orang tua dan kakak penulis yang telah memberikan dukungan semangat dan doa dalam penyelesaian tesis ini.
5. Rekan – rekan perkuliahan di Program Pascasarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dari berbagai angkatan, atas dukungan ilmu, diskusi, dan semangat yang diberikan.
6. Bapak Taufik Rudhi Utanto dan Bapak Afriandri selaku rekan kerja penulis di Balai Pengembangan Industri Persepatuan Indonesia.

7. Semua pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala dukungan dan bantuan serta motivasi yang diberikan sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis telah berusaha mengerjakan tesis ini dengan sebaik-baiknya. Namun demikian, penulis menyadari bahwa masih terdapat keterbatasan dalam penulisan tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan penelitian tesis ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik pada penelitian selanjutnya. Akhir kata, penulis mengharapkan laporan tesis ini dapat bermanfaat untuk seluruh pihak di kemudian hari.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Supplier Relationship Management	9
2.1.1 Definisi Supplier Relationship Management.....	9
2.1.2 Tujuan <i>SRM</i>	9
2.1.3 Dimensi <i>SRM</i>	10
2.1.4 Driver <i>SRM</i>	10
2.1.5 Manfaat <i>SRM</i>	11
2.1.6 Membangun Hubungan dengan <i>Supplier</i>	12
2.1.7 Ciri Praktik <i>SRM</i> yang Baik.....	13
2.1.8 Hubungan Kualitas dengan <i>SRM</i>	14
2.1.9 Proses Supplier Relationship Management....	15
2.1.10 Aktivitas <i>SRM</i>	16
2.2 Pemilihan <i>Supplier</i>	16
2.2.1 Gambaran Umum..	16
2.2.2 Kriteria Pemilihan <i>Supplier</i>	17

2.2.3 Metode Memilih <i>Supplier</i>	18
2.3 Indeks Proses Kapabilitas.....	20
2.3.1 <i>Yield Index</i> untuk Karakteristik Tunggal.....	25
2.3.2 <i>Multiple Characteristic</i> untuk Spesifikasi Satu Sisi.....	29
2.3.3 <i>Multiple Characteristic</i> untuk Spesifikasi Dua Sisi.....	32
2.3.4 <i>Multiple Characteristic</i> untuk Spesifikasi Campuran.....	34
2.4 Analisa Klastering	36
2.4.1 Klastering Hirarki (<i>Hierarchical Clustering</i>).....	36
2.4.2 <i>K-means</i>	37
2.5 Posisi Penelitian.....	37
BAB 3METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1 Alur Penelitian.....	41
3.2 Identifikasi Masalah.....	42
3.3 Pengumpulan Data.....	42
3.4 Perhitungan Indeks Kapabilitas.....	42
3.5 Pengelompokan <i>Supplier</i>	42
3.6 Identifikasi Pengembangan <i>Supplier</i>	42
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	43
BAB 4PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	45
4.1 Gambaran Umum Proses Pembuatan Sepatu.....	45
4.1.1 Desain.....	45
4.1.2 Pemotongan Bahan (<i>Cutting</i>)....	46
4.1.3 Penjahitan (<i>Sewing</i>).....	47
4.1.4 Perakitan (<i>Assembling</i>).....	48
4.1.5 <i>Finishing</i>	50
4.2Pengujian Kualitas Kulit.....	50
4.2.1 Ketahanan Letup (<i>Bursting</i>).....	50
4.2.2 Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>) dan Kemuluran (<i>Elongation</i>).....	52
4.2.3 Kekuatan Sobek (<i>Tear Strength</i>).....	53
4.3Perhitungan Data Indeks Kapabilitas.....	53
4.3.1 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier A</i>	54
4.3.2 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier B</i>	57

4.3.3	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier C</i>	60
4.3.4	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier D</i>	63
4.3.5	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier E</i>	66
4.3.6	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier F</i>	69
4.3.7	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier G</i>	72
4.3.8	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier H</i>	75
4.3.9	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas <i>Supplier I</i>	78
4.3.10	Rekapitulasi Perhitungan Data Semua <i>Supplier</i>	81
4.3.11	Perhitungan Data Indeks Kapabilitas untuk Multiple <i>Characteristic</i>	85
BAB 5 IDENTIFIKASI PENGEMBANGAN SUPPLIER		89
5.1	Pengelompokan <i>Supplier</i> Berdasarkan Indeks Kapabilitas.....	89
5.2	Identifikasi Aktivitas Kelompok <i>Supplier</i> berdasarkan <i>SRM</i>	86
5.3	Identifikasi Strategi Pengembangan <i>Supplier</i>	92
5.3.1	Identifikasi Akar Permasalahan.....	96
5.3.2	<i>Framework</i> Pengembangan <i>Supplier</i> Kelompok 1.....	97
5.3.3	<i>Framework</i> Pengembangan <i>Supplier</i> Kelompok 2.....	98
5.3.4	<i>Framework</i> Pengembangan <i>Supplier</i> di Masa Depan.....	99
BAB 6 KESIMPULAN		101
5.1	Kesimpulan.....	101
5.2	Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA		103

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Supplier Relationship Management</i>	16
Gambar 2.2 Batas unit <i>nonconforming</i> dalam PPM dengan C_{pk}	24
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	41
Gambar 4.1 Sketsa Sepatu.....	45
Gambar 4.2 <i>Shoelast</i>	46
Gambar 4.3 Pembuatan Pola Sepatu	46
Gambar 4.4 Pemotongan bahan Manual dan Mesin	46
Gambar 4.5 Proses <i>Skiving</i>	47
Gambar 4.6 Proses <i>Folding</i> dan Menyambung	47
Gambar 4.7 <i>Upper/Atasan/Kap Sepatu</i>	48
Gambar 4.8 Proses <i>Lasting</i> manual dan Otomatis.....	48
Gambar 4.9 Hasil proses <i>Lasting</i>	49
Gambar 4.10 Proses <i>Press</i>	50
Gambar 4.11 Pengujian Ketahanan Letup (<i>Bursting</i>).....	51
Gambar 4.12 Pengujian Tarik (<i>Tensile Strength</i>) dan Kemuluran <i>Elongation</i>)....	52
Gambar 4.13 Spesimen Uji Kuat Sobek.....	53
Gambar 4.14 Grafik C_{pl} masing- masing <i>Supplier</i> untuk Karakteristik Kualitas <i>Bursting</i>	83
Gambar 4.15 Grafik C_{pl} masing- masing <i>Supplier</i> untuk Karakteristik Kualitas <i>Tear Strength</i>	83
Gambar 4.16 Grafik C_{pl} masing- masing <i>Supplier</i> untuk Karakteristik Kualitas <i>Tensile Strength</i>	84
Gambar 4.17 Grafik C_{pl} masing- masing <i>Supplier</i> untuk Karakteristik Kualitas <i>Elongation</i>	85
Gambar 5.1 Data Keluaran Minitab untuk <i>Cluster Observation</i>	89
Gambar 5.2 Dendogram Pengelompokan <i>Supplier</i>	90
Gambar 5.3 Akar Permasalahan <i>Supplier</i> Kelompok 2.....	96
Gambar 5.4 <i>Framework</i> Pengembangan <i>Supplier</i> Kelompok 1.....	97

Gambar 5.5 <i>Framework</i> Pengembangan <i>Supplier</i> Kelompok 2.....	98
Gambar 5.6 <i>Framework</i> Pengembangan <i>Supplier</i> di Masa Depan.....	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kesesuaian <i>NCPM</i> untuk beberapa nilai C_l	23
Tabel 2.2 Beberapa kondisi persyaratan kualitas kapabilitas yang umum digunakan.....	24
Tabel 2.3 Nilai kritis dan dengan $\alpha = 0.05$ untuk beberapa $n_1 = n_2 = n$	29
Tabel 2.4 Beberapa nilai C_{pu}^T dan kesesuaian dengan process yield.....	30
Tabel 2.5 Syarat minimum masing-masing karakteristik tunggal dan berbagai level kapabilitas untuk karakteristik multiple.....	30
Tabel 2.6 Beberapa nilai S_{pk}^T dan kesesuaian dengan <i>process yield</i>	33
Tabel 2.7 Posisi penelitian saat ini dengan penelitian terdahulu	39
Tabel 4.1 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier A</i>	54
Tabel 4.2 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier A</i>	55
Tabel 4.3 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier A</i>	55
Tabel 4.4 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier A</i>	56
Tabel 4.5 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier B</i>	57
Tabel 4.6 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier B</i>	58
Tabel 4.7 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier B</i>	58
Tabel 4.8 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier B</i>	59
Tabel 4.9 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier C</i>	60
Tabel 4.10 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier C</i>	61
Tabel 4.11 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier C</i>	62
Tabel 4.12 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier C</i>	62
Tabel 4.13 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier D</i>	64
Tabel 4.14 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier D</i>	64
Tabel 4.15 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier D</i>	65
Tabel 4.16 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier D</i>	66
Tabel 4.17 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier E</i>	67
Tabel 4.18 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier E</i>	67
Tabel 4.19 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier E</i>	68
Tabel 4.20 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier F</i>	69

Tabel 4.21 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier F</i>	70
Tabel 4.22 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier F</i>	70
Tabel 4.23 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier F</i>	71
Tabel 4.24 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier F</i>	72
Tabel 4.25 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier G</i>	73
Tabel 4.26 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier G</i>	73
Tabel 4.27 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier G</i>	74
Tabel 4.28 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier G</i>	75
Tabel 4.29 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier H</i>	76
Tabel 4.30 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier H</i>	76
Tabel 4.31 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier H</i>	77
Tabel 4.32 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier H</i>	78
Tabel 4.33 Pengumpulan Data <i>Bursting Supplier I</i>	79
Tabel 4.34 Pengumpulan Data <i>Tear Strength Supplier I</i>	79
Tabel 4.35 Pengumpulan Data <i>Tensile Strength Supplier I</i>	80
Tabel 4.36 Pengumpulan Data <i>Elongation Supplier I</i>	81
Tabel 4.37 Rekapitulasi perhitungan masing-masing <i>supplier</i>	82
Tabel 4.38 Rekapitulasi perhitungan C_{pl}^T masing-masing <i>supplier</i>	88
Tabel 5.1 Data perhitungan C_{pl} untuk masing-masing <i>supplier</i>	89
Tabel 5.2 Usulan Aktivitas masing-masing Kelompok <i>Supplier</i> Berdasarkan <i>SRM</i>	91
Tabel 5.3 <i>Supplier</i> Kelompok 1.....	92
Tabel 5.4 <i>Supplier</i> Kelompok 2.....	93

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan akan dipaparkan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, serta manfaat yang diberikan oleh penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dalam melakukan proses produksi bagi perusahaan manufaktur. Dalam memenuhi kebutuhan akan bahan baku untuk proses produksi, sebagian besar perusahaan manufaktur bergantung pada *supplier*. Kualitas bahan baku yang dikirimkan oleh *supplier* merupakan hal yang sangat mempengaruhi baik dan buruknya produk yang akan dihasilkan. Rendahnya kualitas bahan baku yang dikirimkan dapat menyebabkan penurunan kualitas pada produk yang dihasilkan. Ketidaksesuaian spesifikasi kualitas bahan baku dapat juga mengakibatkan pekerjaan tambahan. Hal tersebut akan menyebabkan terganggunya proses produksi di perusahaan manufaktur. Dalam hal tersebut *supplier* memegang peranan yang sangat penting untuk kelancaran proses produksi perusahaan manufaktur. Dari hal tersebut maka perusahaan manufaktur harus dapat menjalin hubungan yang baik dengan *supplier*, agar *support* yang lebih baik diberikan pada perusahaan manufaktur.

Menurut Roushdy et al. (2015) interaksi yang sering dan hubungan yang erat dengan *supplier* dapat memberi efek positif pada pertukaran arus informasi dan pengetahuan, dengan demikian dapat memperbaiki proses dan kinerja. *Supplier* memainkan peran penting dalam kesuksesan bisnis. Proses manajemen *supplier* membantu dalam mengukur waktu, biaya dan energi yang digunakan untuk meningkatkan hubungan *supplier* yang positif. Hubungan *supplier* yang dikelola dengan baik menghasilkan kepuasan pelanggan yang meningkat, mengurangi biaya, kualitas yang lebih baik dan pelayanan yang lebih baik dari *supplier*. Akibatnya, proses manajemen *supplier* merupakan faktor penting untuk

menjaga keunggulan kompetitif dan peningkatan kualitas melalui perbaikan dan pengembangan *supplier* secara berkesinambungan.

Dari berbagai kriteria pemilihan *supplier* yang ada, kualitas dianggap sebagai faktor yang paling penting untuk seleksi *supplier* (Liao et al., 2012). Demikian pula, Weber et al., (1991) menganggap kualitas sebagai “*extreme importance*” dan pengiriman menjadi “*considerable importance*”. Dalam ISO 9001(2015) bahwa perusahaan manufaktur harus memastikan bahwa proses eksternal yang disediakan melalui *supplier*, baik berupa proses, produk dan layanan harus sesuai dengan persyaratan. Perusahaan manufaktur harus menentukan kendali yang diterapkan terhadap *supplier* untuk proses, produk dan layanan.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan terhadap *supplier*. Menurut Krause (1997) pengertian dari *supplier development* adalah setiap usaha dari perusahaan pembelian dengan *suppliernya* untuk meningkatkan kinerja dan/atau kemampuan *supplier* dan memenuhi kebutuhan pasokan jangka pendek dan/atau jangka pendek perusahaan pembelian. Kegiatan pengembangan *supplier* mencakup evaluasi *supplier*, umpan balik kinerja *supplier*, meningkatkan kinerja, pendidikan dan pelatihan untuk personil *supplier*, pengenalan *supplier*, penempatan teknisi dan penanaman modal langsung oleh perusahaan pembelian di perusahaan.

Berbagai metode pemilihan *supplier* telah dilakukan, seperti pemilihan *supplier* berdasarkan indeks kapabilitas dan banyak metode yang lain selain indeks kapabilitas. Indeks proses kapabilitas telah banyak digunakan dalam perusahaan manufaktur. Metode tersebut digunakan untuk mengukur proses kinerja dari *supplier* (Daniels et al., 2007). Indeks proses kapabilitas menyediakan ukuran numerik untuk kemampuan suatu proses untuk menghasilkan barang yang memenuhi persyaratan kualitas yang telah ditetapkan. Keuntungan menggunakan indeks proses kapabilitas adalah lebih akurat dan *reliable* jika dibandingkan dengan metode tradisional (W. L. Pearn & Wu, 2007).

Telah banyak penulis yang menggunakan berbagai metode indeks proses kapabilitas untuk mengevaluasi *supplier* dengan *single quality*. Chou (1994)

mengembangkan sebuah tes untuk membandingkan kemampuan dua proses C_{pu} atau C_{pl} dengan spesifikasi unilateral dan memilih *supplier* yang lebih baik bila ukuran sampelnya sama. Statistik uji adalah statistik rasio *log-likelihood* yang bergantung pada dua t varians independen *noncentral*. Menggunakan teori sampel besar dan memperkirakan distribusinya dengan chi-square dengan satu derajat kebebasan. Asumsi untuk kasus unilateral bahwa kedua ukuran sampel itu sama tidak diperlukan pembatasan untuk membandingkan kemampuan dua proses produksi. Huang & Lee (1995) mempertimbangkan masalah pemilihan *supplier* berdasarkan indeks C_{pm} dan mengembangkan metode pendekatan matematis untuk memilih subset yang berisi proses yang terkait dengan hilangnya proses terkecil dari beberapa proses independen yang diberikan.

Hubele et al.(2005) merekomendasikan *capability index* C_{pu} dan C_{pl} untuk fitur kualitas dengan spesifikasi unilateral *USL* dan *LSL*. Statistik *Wald* dikembangkan untuk menguji persamaan *multiple* indeks C_{pu} dan C_{pl} . Wu et al. (2008) menerapkan empat metode *bootstrap* untuk membangun *lower confidence bounds* terhadap perbedaan kemampuan dan rasio antara dua *supplier* yang diberikan dan mengembangkan prosedur praktis yang digunakan para praktisi dalam membuat keputusan pemilihan *supplier* berdasarkan indeks C_{pk} .

Pearn et al. (2009) menemukan solusi pengendalian produksi photolithography berdasarkan *yield index* S_{pk} . Lin & Pearn (2010) mempertimbangkan masalah pemilihan proses dengan menggunakan yield index S_{pk} untuk membandingkan dua proses produksi dan memilih satu yang memiliki hasil produksi lebih tinggi. Pengujian hipotesis dengan dua tahap untuk membandingkan dua proses dikembangkan. Nilai kritis dari tes ini diperoleh untuk menentukan keputusan seleksi. Ukuran sampel yang dibutuhkan untuk menentukan kekuatan seleksi dan tingkat kepercayaan juga diselidiki. Daniels et al.(2005) mempertimbangkan beberapa metode untuk melakukan perbandingan proses berdasarkan indeks C_{pk} dan C_{pm} .

Beberapa penulis telah menggunakan indeks proses kapabilitas dengan *multiple quality*. Pearn & Wu (2013) mempertimbangkan masalah pemilihan

pemasok untuk proses terdistribusi normal dengan beberapa karakteristik independen berdasarkan indeks kemampuan proses C_{pu}^T . Prosedur pengujian dua fasa berdasarkan hasil bagi dua statistik diusulkan untuk mengatasi masalah tersebut. Beberapa tabel nilai kritis untuk prosedur pengujian dan pengambilan keputusan disediakan. Ukuran sampel yang dibutuhkan untuk berbagai persyaratan kemampuan, besarnya perbedaan dua pemasok juga disajikan. Pearn et al.(2016) menggunakan indeks C_{pu}^T untuk menyelidiki masalah pemilihan *supplier* untuk proses satu sisi dengan beberapa karakteristik independen. Pertama review pendekatan yang ada, yang disebut sebagai *division method*, kemudian mengembangkan pendekatan baru yang disebut *subtraction method*. Prosedur seleksi dua tahap dikembangkan berdasarkan *subtraction method* untuk aplikasi praktis. kemudian membandingkan dua metode yang berkaitan dengan kekuatan seleksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *subtraction method* yang diusulkan memang lebih mempunyai kekuatan dibanding metode *division* yang ada.

Chen et al. (2003) melakukan pengukuran proses kapabilitas dengan *multiple* karakteristik dua sisi sebagai S_{pk}^T . Kemudian Pearn & Wu (2006) melakukan pengukuran kualitas produksi dan *yield assurance* untuk proses dengan *multiple* karakteristik dengan perpaduan spesifikasi *smaller the better*, *larger the better* dan *nominal the best* C_T .

Telah banyak penelitian tentang pemilihan *supplier* baik dengan *single characteristic* maupun dengan *multiple characteristics*. Akan tetapi hanya berakhir pada pemilihan *supplier* saja, tidak ada langkah atau tindak lanjut terhadap *supplier* yang dipilih atau tidak dipilih. Pada penelitian ini dilakukan pengelompokkan *supplier* berdasarkan indeks proses kapabilitas untuk *multiple characteristic* yang mempunyai kontribusi untuk memberikan usulan pengembangan sesuai dengan karakter yang ada pada masing-masing kelompok *supplier*. Program pengembangan *supplier* merupakan bagian dari *Supplier Relationship Management (SRM)*. Hal ini sangat sesuai dengan konsep (*SRM*) yaitu adanya kolaborasi antara *supplier* dan perusahaan manufaktur secara bersama untuk meningkatkan kualitas, inovasi dan efisiensi dengan cara meningkatkan kerjasama, koordinasi dan komunikasi.

Contoh studi kasus yang disajikan yaitu data kualitas *supplier* kulit untuk pembuatan sepatu di PT. Karyamitra Budisentosa. Karakteristik kualitas yang digunakan meliputi karakteristik kuantitatif. Semua karakteristik tersebut digunakan untuk semua jenis model sepatu wanita. Ada 4 (empat) karakteristik kualitas kuantitatif yang digunakan di perusahaan dan juga untuk penelitian ini. Karakteristik kualitas tersebut meliputi *Bursting*, *Tear Strength*, *Tensile Strength*, *Elongation*. Apabila kualitas dari 4 (empat) karakteristik tersebut tidak memenuhi, maka akan berpengaruh pada proses produksi terutama pada saat proses *lasting* (penarikan) dan aplikasi pemakaian. Pengembangan pada penelitian ini adalah tidak terputus pada pemilihan *supplier* saja karena tidak banyak *supplier* kulit yang tersedia. Dari pengelompokan *supplier* berdasarkan indeks kapabilitas, kemudian akan dilakukan identifikasi pengembangan program untuk *supplier* berdasarkan kelompoknya. Dengan adanya hubungan yang baik dengan *supplier* maka akan timbul kepercayaan yang tinggi, saling menguntungkan antara kedua belah pihak dan hubungan akan berjalan dengan jangka waktu yang lebih lama.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, diketahui bahwa pemilihan *supplier* berdasarkan kualitas merupakan faktor yang paling penting bagi perusahaan. Kualitas yang tinggi memiliki nilai positif dan berdampak langsung terhadap peningkatan profitabilitas perusahaan. Proses manajemen hubungan dengan *supplier* merupakan faktor penting untuk peningkatan kualitas melalui perbaikan dan pengembangan *supplier* secara berkesinambungan. Oleh karena itu, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah dengan menghitung indeks kapabilitas dari *supplier*. Kemudian dilakukan pengelompokan *supplier* dan dari masing-masing kelompok dilakukan identifikasi untuk program *development* nya sesuai dengan pendekatan SRM.

1.3 Tujuan Penelitian

Tahap selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian. Tujuan penelitian merupakan tahap yang penting agar penelitian dapat terarah dan lebih mudah dilakukan serta lebih efektif dalam menyelesaikan permasalahan yang telah disampaikan pada tahap sebelumnya. Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menghitung dan menganalisa indeks kapabilitas dari *supplier*.
2. Mengidentifikasi pengelompokan *supplier* berdasarkan indeks kapabilitas.
3. Mengidentifikasi program *development* untuk masing-masing kelompok *supplier* sesuai pendekatan *SRM*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam ruang lingkup penelitian ini, disebutkan tentang batasan dan asumsi yang digunakan mulai dari pengumpulan data, analisa dan pengambilan kesimpulan. Adapun batasan dan asumsi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data untuk perhitungan numerik diambil dari PT. Karyamitra Budisentosa, Pandaan, Jawa Timur.
2. Data yang digunakan adalah data historis *supplier* kulit antara tahun 2016 dan tahun 2017.
3. Kriteria kualitas *supplier* yang digunakan yang meliputi: *Bursting, Tear Strength, Tensile Strength, Elongation*.
4. Distribusi data karakteristik kualitas yang diamati diasumsikan mengikuti distribusi normal.

1.5 Manfaat Penelitian

Peneliti mengharapkan penelitian ini dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam implementasi dan analisa *multiple* indeks kapabilitas untuk pengelompokan *supplier*.
2. Memberikan langkah tindak lanjut setelah dilakukan pengelompokan *supplier* dengan memperhatikan semua *supplier*.

3. Memberikan manfaat aplikatif dalam penerapan proses pengelompokan dan identifikasi program pengembangan *supplier* di dunia industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disajikan dalam beberapa bagian sebagai berikut. Bagian pertama berisi tentang pengantar tentang penelitian yang sedang dilakukan pada Bab 1. Bab 2 berisi tinjauan literatur tentang *SRM*, pemilihan *supplier*, indeks kapabilitas, analisis klaster. Pada Bab 3, berisi metode penelitian dan penjelasannya. Pada Bab 4, berisi tentang perhitungan dan analisa indeks kapabilitas *supplier*. Pada Bab 5, berisi tentang identifikasi pengembangan *supplier* berdasarkan klustering. Kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya disajikan dalam Bab 6.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tinjauan beberapa sumber pustaka sebagai landasan teori yang akan membantu menyelesaikan permasalahan yang akan diangkat pada penelitian serta posisi penelitian terhadap penelitian terdahulu.

2.1 *Supplier Relationship Management*

2.1.1 *Definisi Supplier Relationship Management*

Menurut Mettler & Rohner (2009) definisi *Supplier Relationship Management (SRM)* adalah pendekatan komprehensif untuk meningkatkan kerjasama (*business relationship level*), koordinasi (*process level*), dan komunikasi (*information systems level*) antara perusahaan dan *suppliernya* untuk terus meningkatkan efisiensi dan keberhasilan dari kolaborasi dan sekaligus meningkatkan kualitas, keamanan, dan inovasi. Kemudian Tangus et al. (2015) mendefinisikan SRM sebagai disiplin perencanaan strategis untuk dan mengelola semua interaksi dengan perusahaan pihak ketiga yang memasok barang dan / atau layanan ke perusahaan untuk memaksimalkan nilai interaksi tersebut. Ini mencakup menciptakan hubungan yang lebih dekat dan lebih kolaboratif dengan *supplier* utama untuk mengungkap dan mewujudkan nilai baru dan mengurangi risiko.

2.1.2 *Tujuan SRM*

Tujuan langsung dari *Supplier Relationship Management* menurut Mettler & Rohner (2009) adalah untuk memperlancar dan membuat proses yang lebih efektif antara perusahaan dan *supplier* nya. Secara tidak langsung, *SRM* juga bertujuan untuk meningkatkan kualitas informasi, produk, layanan, dan kemampuan tenaga kerja terkait kualitas.

2.1.3 Dimensi SRM

Menurut Abdallah et al. (2014) lima dimensi utama SRM sebagai berikut:

1. Peningkatan kualitas *supplier*
2. Hubungan berbasis kepercayaan dengan *supplier*
3. Pengurangan waktu tunggu *supplier*
4. Kolaborasi *supplier* dalam pengembangan produk baru
5. Kemitraan *supplier*/pengembangan

2.1.4 Driver SRM

Sebelum menerapkan praktik dan prinsip SRM, perusahaan harus memahami driver SRM. Driver ini lebih kuat daripada sekedar keuntungan dan mewakili tujuan inti SRM. Baik perusahaan maupun *supplier* harus percaya bahwa mereka akan mendapat manfaat signifikan di satu atau lebih area yang disebutkan di bawah ini dan bahwa manfaat ini tidak akan mungkin terjadi tanpa penerapan SRM. Menurut Lambert & Stock (2001) dalam van Zyl (2005), manfaat potensial utama yang mendorong keinginan untuk menerapkan SRM meliputi:

a. Efisiensi Aset / Biaya

Kedua belah pihak harus mengevaluasi probabilitas hubungan secara substansial mengurangi biaya channel atau meningkatkan utilisasi aset, misalnya : penghematan biaya distribusi, penghematan biaya produk dan informasi, peningkatan efisiensi manajerial gabungan, dll.

b. Pelayanan pelanggan

SRM secara substansial dapat meningkatkan tingkat layanan pelanggan (yang merupakan sumber utama keunggulan kompetitif diferensial saat ini) yang diukur oleh pelanggan. Ini termasuk: pengiriman tepat waktu, pemrosesan pesanan tanpa kertas, pengiriman pesanan yang akurat, waktu siklus yang ditingkatkan, tingkat pengisian yang lebih baik, dan perbaikan proses.

c. Keuntungan pemasaran

Hubungan yang sukses dapat menghasilkan keuntungan pemasaran yang substansial, misalnya : promosi (*joint advertising*, promosi penjualan, dll.), mengurangi keunggulan harga pesaing (hubungan menghasilkan penghematan biaya yang dapat diteruskan sebagai pengurangan harga kepada

pelanggan), bersama-sama mengembangkan inovasi produk dan peluang *co-branding*, peningkatan jangkauan geografis dan kejenuhan pasar, dan akses ke teknologi terkini.

d. Kestabilan laba/pertumbuhan

SRM dapat menyebabkan pertumbuhan laba atau mengurangi variabilitas keuntungan, misalnya : pertumbuhan yang berkelanjutan, stabilitas pangsa pasar, peningkatan volume penjualan, dll.

Namun keunggulan driver yang disebutkan di atas hanya dapat dicapai secara optimal jika perusahaan dan *suppliernya* bersedia untuk berbagi modal intelektual mereka. Keahlian dan pengalaman bersama akan memungkinkan aktualisasi dan realisasi manfaat ini.

2.1.5 Manfaat dari SRM

Dua manfaat terbesar *SRM* adalah *co-makership* dan pengembangan rantai pasokan yang lebih kompetitif dan responsif. Menurut Du Plessis et al. (2001) dalam van Zyl (2005), *co-makership* didasarkan pada konsep bahwa hubungan perusahaan tradisional dengan *supplier* ditandai oleh gesekan mengenai kualitas, harga dan pengiriman. Namun melalui *SRM*, perusahaan dan *supplier* menyadari bahwa bisnis mereka bisa jauh lebih menguntungkan jika mereka mengadopsi kerjasama yang erat dan menerapkan komunikasi komprehensif dengan *supplier* yang mencakup bidang pengembangan produk, kualitas, teknik dan logistik. Saling percaya, kontinuitas hubungan, dan kemauan masing-masing pihak untuk menciptakan bisnis yang menguntungkan bagi pihak lain, adalah fondasi dimana hubungan dibangun. Hubungan ini berdampak pada sejumlah bidang tertentu seperti:

a. Spesifikasi produk

Dengan bekerja sama, perusahaan pelanggan dan *supplier* dapat memastikan bahwa produk dirancang sesuai dengan kemampuan manufaktur *supplier* dan kebutuhan pelanggan. Hal ini menghindari spesifikasi yang tidak sesuai, menyebabkan standarisasi yang lebih besar dan tingkat penolakan yang lebih rendah, dan menghasilkan lebih sedikit pengerjaan ulang oleh pelanggan dan

supplier, kinerja pengiriman yang lebih tinggi, biaya yang lebih rendah, dan kepuasan pelanggan yang lebih besar.

b. Kualitas

Dalam hubungan ini, kualitas dibangun pada tahap perancangan dan terus ditingkatkan melalui pengendalian proses yang efektif. *Supplier* dan pelanggan bekerja sama untuk meningkatkan kualitas produk dan mengurangi inspeksi seminimal mungkin.

Hubungan *supplier* yang kuat memungkinkan strategi persaingan yang lebih kuat yang dicapai ketika perusahaan pelanggan menambahkan keahlian *supplier* nya sendiri.

2.1.6 Membangun Hubungan dengan *Supplier*

Perusahaan harus terlebih dahulu mempertimbangkan apa yang diperlukan untuk pengembangan dan pemeliharaan hubungan *supplier*, sebelum *SRM* dapat diimplementasikan dan manfaat rantai pasokan yang dihasilkan. Hubungan dengan *supplier*, seperti halnya dengan semua termasuk pemangku kepentingan perusahaan lainnya, memerlukan pengembangan saling kepercayaan. Sebelum hubungan berbasis kepercayaan dapat dibangun, pelanggan dan *supplier* harus terikat berdasarkan nilai inti yang serupa. Jika nilai, praktik bisnis, dan tujuan perusahaan dan *supplier* nya tidak sesuai sebelum terbentuknya suatu hubungan, tidak mungkin hubungan tersebut akan bertahan (Du Plessis et al., 2001) dalam (van Zyl, 2005).

Untuk hubungan yang sukses, perusahaan dan *supplier* nya juga harus terikat sesuai dengan nilai dan budaya mereka, dan masing-masing pemimpin harus menetapkan dan secara terbuka berkomitmen pada penyelarasan sasaran dan penciptaan nilai yang berkelanjutan. Perusahaan dan *supplier* nya kemudian dapat menyesuaikan strategi dan kemampuan mereka untuk memastikan bahwa nilai yang telah mereka berikan kepada pelanggan akhir mereka disampaikan dengan lancar dan cepat (Du Plessis et al., 2001) dalam (van Zyl, 2005).

Menurut Badenhorst et al. (2001) dalam van Zyl (2005), pada tingkat yang lebih administratif, hal berikut juga menjadi pertimbangan yaitu :

- a. Kebijakan *supplier* yang diformulasikan dengan baik

Kebijakan ini harus sesuai dengan bagaimana perusahaan harus menerima dan memperlakukan *supplier*, menerima undangan dan hadiah, mendelegasikan wewenang untuk menyelesaikan transaksi, kerahasiaan informasi, dan kriteria untuk penilaian *supplier*.

- b. Kontak reguler

Perusahaan harus mengadakan pertemuan dengan *supplier* secara reguler dimana kebijakan dan permasalahan pembelian dijelaskan, serta melakukan kunjungan rutin ke *supplier* untuk tetap mengikuti masalah yang mungkin mereka alami dan menawarkan bantuan sedapat mungkin.

- c. Investasi

Kedua belah pihak harus berinvestasi dalam teknologi, tenaga kerja dan harus berbagi risiko dan penghargaan. Kedua belah pihak juga harus saling berkomitmen terhadap kesuksesan masing-masing.

Untuk memastikan keberhasilan hubungan, *supplier* harus diberi informasi tertulis mengenai kebijakan pembelian perusahaan dan manual prosedur pembelian untuk menghilangkan kesalahpahaman dan ketidakpastian. Perusahaan juga harus menghindari penempatan pesanan mendesak, yang dapat menyebabkan *supplier* percaya bahwa perusahaan tersebut mempraktikkan manajemen krisis. Perusahaan juga harus menerima dan memeriksa produk atau barang yang telah diberikan secara berkala dan harus menangani secara sensitif kiriman yang ditolak. Perusahaan harus memiliki komunikasi yang lengkap dan jelas dengan *supplier* mengenai semua aspek produk atau layanan yang akan dibeli, termasuk kemungkinan perubahan di masa depan. Juga harus ada saling pengertian dan komunikasi waktu antara perubahan dalam jadwal atau instruksi.

2.1.7 Ciri Praktik SRM yang Baik

Menurut Chenoweth et al. (2002) dalam Roushdy et al. (2015) menemukan bahwa enam praktik yang tercantum di bawah ini merupakan ciri praktik SRM terbaik:

- a. Mengelola total bisnis dengan masing-masing *supplier* (mengkonsolidasikan kontrak, mengikat bisnis ke depan dengan kinerja).

- b. Mengukur dan membentuk kinerja *supplier* (membangun sistem pengukuran kinerja, peringkat *supplier*, menetapkan target, penghargaan kinerja).
- c. Melibatkan *supplier* utama di awal desain produk (pengaruh kemampuan desain dan pengetahuan dari kemampuan manufaktur dan inovasi, mengurangi kompleksitasnya).
- d. Mengadakan pertemuan tingkat tinggi yang mengutamakan dialog dengan *supplier* (menunjukkan komitmen bersama terhadap hubungan tersebut, mempromosikan dialog mengenai harapan dan cara untuk memperbaiki, berbagi rencana masa depan dan peta rencana teknologi, memberikan penghargaan).
- e. Merekrut tenaga terampil (merekrut tenaga berpengalaman yang memiliki keterampilan kualitatif dan kuantitatif yang tepat).
- f. Mengembangkan personil sehingga memiliki pengetahuan menyeluruh tentang *supplier* (mendidik personil sehingga mereka mengetahui proses, biaya, kapasitas, dan kapabilitas *supplier* dan dapat bekerja sama dengan membantu *supplier* memperbaiki proses untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan melakukan perbaikan yang berkelanjutan).

2.1.8 Hubungan Kualitas dengan SRM

Menurut Roushdy et al. (2015) kualitas adalah faktor kunci dimana *supplier* dapat memperbaiki dan mempertahankan asesmen kualitas dan kinerja pengiriman. Oleh karena itu, praktik SRM yang diperkenalkan dalam penelitiannya menunjukkan relevansinya dengan kinerja kualitas. Hal ini sangat penting bagi perusahaan dan *supplier* bahwa kualitas dan ketersediaan produk selalu tepat. Di lingkungan bisnis saat ini, kualitas adalah kebutuhan dasar yang dibutuhkan untuk menghadirkan produk unggulan kepada konsumen. Menilai *supplier* untuk keseluruhan risiko terhadap bisnis adalah melalui penilaian risiko dan audit. Hasil penilaian risiko akan membantu menentukan risiko *supplier* yang lebih tinggi terhadap bisnis dan frekuensi perusahaan mungkin ingin meninjau atau mengaudit *supplier* atas risiko atau kesenjangan dalam bisnis mereka. Semakin banyak audit *supplier* akan melihat semua aspek kemampuan *supplier*

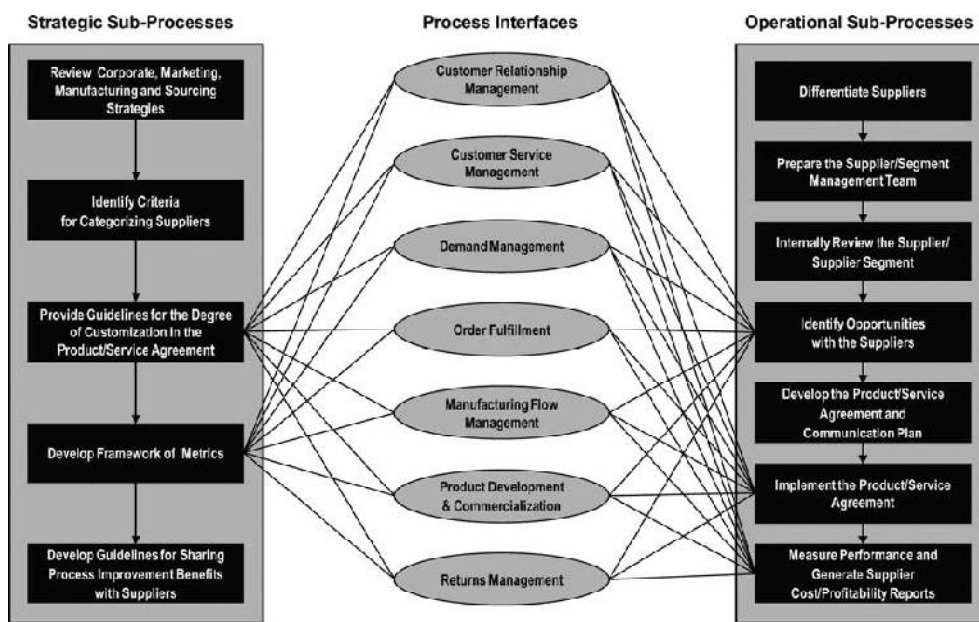
untuk menjadi sumber bahan berkualitas tertinggi yang konsisten yang digunakan untuk menghasilkan produk berkualitas kepada konsumen akhir.

2.1.9 Proses *Supplier Relationship Management*

Menurut Lambert et al. (2012) proses *supplier relationship management* terdiri dari dua bagian: proses strategis dimana manajemen menetapkan dan mengelola proses secara strategis dan proses operasional dimana implementasi berlangsung (lihat Gambar 2.1). Proses *supplier relationship management* strategis menyediakan struktur untuk mengintegrasikan perusahaan dengan *supplier* dan pada tingkat operasional aktivitas sehari-hari terjadi. Proses strategis dipimpin oleh seorang eksekutif senior dan tim manajer yang mewakili fungsi bisnis seperti:

- a. *marketing*
- b. *sales*
- c. *finance*
- d. *production*
- e. *purchasing*
- f. *logistics*
- g. *research and development*

Tim bertanggung jawab untuk mengidentifikasi *supplier* mana yang menjadi kunci keberhasilan perusahaan sekarang dan di masa depan dan untuk membuat keputusan tentang bagaimana hubungan dengan *supplier* akan dikembangkan dan dipelihara. Pada tingkat operasional, akan ada tim untuk setiap *supplier* utama dan untuk setiap segmen *supplier* lainnya. Tujuannya adalah untuk menyegmentasikan *supplier* berdasarkan nilai mereka dari waktu ke waktu dan mengidentifikasi peluang untuk menciptakan nilai bersama (Enz dan Lambert, 2012) dalam (Lambert et al., 2012).



Gambar 2.1 *Supplier Relationship Management*

Sumber : Lambert (2008a) adaptasi dari Croxton et al. (2001) dalam (Lambert et al., 2012)

2.1.10 Aktivitas *SRM*

Karena definisi *SRM* yang sudah ada sulit untuk dikonseptualisasikan, semakin sulit bagi perusahaan untuk mengetahui apa yang seharusnya menjadi cara terbaik untuk mengelola hubungan dengan pemasok (Cox, 2004). Menurut Tran (2015) aktifitas *SRM* meliputi pemilihan *supplier*, evaluasi *supplier*, segmentasi *supplier*, pengembangan hubungan, pengukuran kinerja, manajemen risiko, pengembangan *supplier* dan pengukuran kinerja hubungan *supplier*.

2.2 Pemilihan *Supplier*

2.2.1 Gambaran umum

Memilih *supplier* merupakan kegiatan strategis, terutama apabila *supplier* tersebut akan memasok item yang kritis dan/atau akan digunakan dalam jangka panjang sebagai *supplier* penting. Kriteria pemilihan adalah salah satu hal penting dalam pemilihan *supplier*. Kriteria yang digunakan tentunya harus

mencerminkan karakteristik dari item yang akan dipasok (Pujawan & Mahendrawati, 2010).

2.2.2 Kriteria pemilihan *supplier*

Pemilihan *supplier* seringkali membutuhkan berbagai kriteria yang dibutuhkan oleh perusahaan manufaktur. Penelitian yang dilakukan oleh Dickson (1966) dalam Kuo & Lin (2011) menunjukkan 23 indikator pemilihan *supplier*. Weber et al. (1991) mempelajari 74 artikel yang diterbitkan dari 1967-1990 tentang pemilihan *supplier* berdasarkan 23 indikator dan menemukan bahwa strategi manufaktur *just in time* (JIT) berlaku di bidang manufaktur dan lebih berfokus pada dampak JIT dalam pemilihan pemasok dan pentingnya kualitas dan batas waktu pengiriman.

Swift (1995) meninjau berbagai indikator umum yang digunakan oleh pembeli dalam pemilihan *supplier* tunggal dan ganda. Analisis indikatornya pada basis evaluasi mengklasifikasikan semua indikator ke dalam lima kategori: indikator produk, indikator dependen, indikator pengalaman, indikator harga dan indikator yang dapat diperoleh. Penelitian tersebut menaruh minat khusus pada perbedaan antara indikator yang berfokus pada pemilihan pemasok tunggal dan ganda. (Choi & Hartley, 1996) memberi generalisasi pada 26 atribut untuk kriteria evaluasi *supplier* sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dickson (1966) dalam Kuo & Lin (2011).

Goffin et al. (1997) membandingkan basis seleksi yang digunakan dalam rantai pasokan tradisional dengan lingkungan modern dan menemukan bahwa pemilihan *supplier* sebelumnya lebih berfokus pada harga, kualitas dan kecepatan pengiriman, dan sekarang lebih berfokus pada indikator diversifikasi, seperti kapasitas teknologi pemasok, kemampuan pembiayaan, layanan purna jual dan pertimbangan strategis, serta biaya dan kualitas di pasar global yang semakin kompetitif saat ini. Narasimhan et al. (2001) meninjau kembali banyak studi evaluasi *supplier* dan memilah dua indikator evaluasi utama: kemampuan *supplier* dan kinerja *supplier*. Kinerja *supplier* dikelompokkan menjadi empat kategori berdasarkan hasil evaluasi.

Saat mempelajari indikator pembelian dan prioritas yang efektif dari perusahaan Inggris berukuran sedang dan kecil, (Quayle, 2002) menempatkan prioritas indikator pemilihan *supplier* sebagai berikut: harga, kualitas, kedekatan dengan waktu ke pasar, kredibilitas produk, keandalan layanan, kemampuan pendukung, *research & development* (R & D), spesialisasi pembelian, analisis nilai, rekayasa nilai dan e-commerce.

2.2.3 Metode memilih *supplier*

Sejumlah penelitian tentang pemilihan *supplier* telah dilakukan. Berikut beberapa metode selain metode indeks kapabilitas yang digunakan untuk pemilihan *supplier*.

Thompson (1990) dalam Kuo & Lin (2011) mengevaluasi *supplier* berdasarkan analisis pelanggan. Berbagai indikator termasuk kapasitas fasilitas yang ada, kapasitas desain teknik, layanan purna jual dan elastisitas produksi, diberikan dengan bobot yang berbeda. Kinerja berbagai *supplier* yang memiliki berbagai indikator telah dievaluasi dengan menggunakan simulasi Monte Carlo dimana *supplier* terbaik dipilih berdasarkan jumlah nilai indikator. Smytka & Clemens (1993) dalam Kuo & Lin (2011) mengevaluasi dan memilih pemasok berdasarkan total biaya dengan membagi indikator evaluasi ke dalam tiga kategori: indikator risiko, maksud bisnis dan komponen biaya yang dapat diukur.

Youssef et al. (1996) mengembangkan metode evaluasi dan seleksi *supplier* sederhana berdasarkan lingkungan teknis manufaktur yang canggih, dimana para pengambil keputusan dapat memilih indikator atau kriteria pilihan utama dari beberapa alternatif skema untuk mengevaluasi *supplier* dan memilih mereka yang dapat memberikan jumlah pesanan optimal pada persediaan terendah biaya, biaya pembelian, biaya kualitas dan biaya respons. Weber & Current (1993) dan Chaudhry et al. (1993) mencoba memilih *supplier* dengan menggunakan pemrograman matematis. Menetapkan biaya pengadaan dan kuantitas pesanan sebagai fungsi objektif, kapasitas dan jadwal pengiriman *supplier* sebagai kendala, Weber & Current (1993) mencoba menemukan *deliverability* dan biaya pembelian *supplier* terendah. Hasil yang diperoleh secara

obyektif didasarkan pada metode matematika semacam itu. Namun, sulit untuk menemukan situasi di mana semua variabel dapat dihitung.

Narasimhan (1983) dalam Kuo & Lin (2011) dan Nydick & Hill (1992) menggunakan AHP dalam pemilihan *supplier* berdasarkan indikator evaluasi jadwal, kualitas, harga, pelayanan dan pengiriman. Mohanty & Desmukh (1993) juga menggunakan AHP untuk mengevaluasi sumber pasokan. Petroni & Braglia (2000) mengembangkan metode fleksibilitas yang tinggi, yang tidak hanya memungkinkan manajer pembelian untuk mengidentifikasi dan memilih *supplier* yang tepat, namun juga memberi mereka banyak potensi untuk disesuaikan dengan kebutuhan mereka sendiri. Sebenarnya, metode mereka adalah metode multi-tujuan.

Kao & Liu (2000) dan Narasimhan et al. (2001) mengusulkan DEA untuk pemilihan *supplier*. Kao & Liu (2000) menggunakan 23 indikator evaluasi yang mewakili input dan output dari Dickson (1966) dalam Kuo & Lin (2011) untuk memilih dan memperbaiki kinerja *supplier* dengan mengolah indikator di unit pengukuran yang berbeda dan menemukan kinerja *supplier*. Mereka juga mengevaluasi *supplier* dengan kinerja yang lebih buruk untuk mengidentifikasi titik lemahnya. Narasimhan et al. (2001) berpendapat bahwa indikator pembobotan yang digunakan oleh sebagian besar perusahaan cenderung terlalu subjektif dan hanya sebatas jadwal harga, kualitas dan jadwal pengiriman sehingga mencegah mereka untuk memberikan evaluasi kinerja secara keseluruhan, obyektif dan lebih baik. Selain itu, Wu & Blackhurst (2009) mengusulkan pendekatan DEA yang diperluas untuk evaluasi dan pemilihan *supplier*.

Kuo & Lin (2011) memilih *supplier* dengan menggunakan *analysis network process* (ANP) serta *data envelopment analysis* (DEA) dengan mempertimbangkan *green indicators*. Hasil evaluasi model untuk industri berteknologi tinggi menunjukkan bahwa metode yang diusulkan tidak hanya memberikan hasil yang masuk akal dengan jumlah unit pengambilan keputusan yang lebih kecil, namun juga dapat memberikan hasil yang lebih konsisten. Ghodsypour & O'Brien (2001) menggunakan *mixed integer non-linear programming* model untuk menyelesaikan permasalahan *multiple* yaitu

memperhitungkan total biaya logistik, termasuk harga bersih, penyimpanan, biaya transportasi dan pemesanan dalam memilih *supplier*. Keterbatasan pembeli pada anggaran, kualitas, pelayanan, dll juga dapat dipertimbangkan dalam model.

2.3 Indeks Proses Kapabilitas

Indeks proses kapabilitas telah banyak digunakan dalam perusahaan manufaktur untuk mengukur kemampuan proses dan sangat penting untuk kegiatan peningkatan kualitas. Beberapa *process capability index* yang telah dikembangkan seperti C_p , C_{pu} , C_{pl} , C_{pm} , C_{pmk} dan C_{pk} (Kane, (1986), (Chan et al., 1988), (Pearn et al., 1992).

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2.1)$$

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (2.2)$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (2.3)$$

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \quad (2.4)$$

$$C_{pmk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}, \frac{\mu - LSL}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \right\} \quad (2.5)$$

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\} \quad (2.6)$$

dimana USL dan LSL masing-masing adalah batas spesifikasi atas dan bawah, μ adalah *mean* proses, σ adalah standar deviasi proses dan T adalah nilai target.

Indeks C_p hanya mengukur penyebaran distribusi (presisi proses), yang hanya mencerminkan konsistensi karakteristik kualitas produk. Indeks C_{pk} memperhitungkan besarnya varians proses serta tingkatan dari rata-rata batas spesifikasi. C_p dan C_{pk} digunakan untuk mengukur proses dengan dua sisi spesifikasi yaitu *Lower Specification Limit* dan *Upper Specification Limit*. C_{pu} dan C_{pl} didesain secara khusus untuk proses dengan satu spesifikasi yang mana hanya membutuhkan *USL* atau *LSL* saja. C_{pu} adalah indeks yang mengukur kemampuan proses *smaller-the-better* dengan batas spesifikasi atas (*USL*), sedangkan C_{pl} adalah indeks yang mengukur kemampuan proses *larger-the-better* dengan batas spesifikasi bawah (*LSL*).

Di sisi lain, Hsiang & Taguchi (1985) dalam Wu & Pearn, (2008) dalam memperkenalkan indeks C_{pm} yang juga diusulkan secara independen oleh Chan et al. (1988). Indeks tersebut terkait dengan ide dari kuadrat *error loss*

$$Loss(X) = (X - T)^2 \quad (2.7)$$

dan yang menggabungkan dua komponen variasi yaitu :

1. Variasi pada *mean* proses.
2. Deviasi proses *mean* dari target.

Indeks C_{pmk} didesain dengan menggabungkan indeks berbasis *yield* C_{pk} dan indeks berbasis *loss* C_{pm} , dengan mempertimbangkan *process yield* (memenuhi spesifikasi manufaktur) serta *process loss* (variasi dari target). Bila proses *mean* μ berawal dari target *value* T , penurunan nilai C_{pmk} adalah signifikan daripada C_p , C_{pk} , dan C_{pm} . Oleh karena itu, indeks C_{pmk} merespon awal dari proses *mean* μ dari target *value* T lebih cepat dari indeks C_p , C_{pk} , dan C_{pm} , namun tetap sensitif pada variasi proses (Pearn & Kotz, 1994-1995).

Process yield atau hasil proses telah lama digunakan sebagai kriteria standar yang digunakan di dalam industri manufaktur untuk mengontrol dan

menilai kinerja atau performansi dari proses. Menurut Pearn & Wu (2007), *process yield* didefinisikan sebagai persentase unit produk yang diproduksi dan lulus kriteria inspeksi. *Process yield* untuk proses terdistribusi normal dengan spesifikasi satu sisi batas USL atau LSL adalah :

$$\begin{aligned}
 P(X < USL) &= P\left(\frac{X - \mu}{\sigma} < \frac{USL - \mu}{\sigma}\right) \\
 &= P(Z < 3C_{pu}) \\
 &= \phi(3C_{pu})
 \end{aligned} \tag{2.8}$$

$$\begin{aligned}
 P(X > LSL) &= P\left(\frac{X - \mu}{\sigma} < \frac{LSL - \mu}{\sigma}\right) \\
 &= 1 - \phi(-3C_{pl}) \\
 &= \phi(3C_{pl})
 \end{aligned} \tag{2.9}$$

dimana nilai Z mengikuti distribusi normal standar $N(0,1)$ dengan fungsi distribusi kumulatif berikut :

$$\phi(x) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \tag{2.10}$$

Pearn et al. (2009) mendefinisikan $C_I = C_{pu}$ atau C_{pl} . Kesesuaian *nonconformities in parts per million (NCPPM)* untuk proses distribusi normal terkontrol dapat dihitung dengan tepat sebagai

$$NCPPM = 10^6 \times [1 - \phi(3C_I)] \tag{2.11}$$

Tabel 2.1 menunjukkan kesesuaian *NCPPM* untuk $C_{pu}, C_{pl} = 1.00, 1.25, 1.33, 1.45, 1.50, 1.60, 1.67, \text{ dan } 2.00$. Dalam prakteknya, proses disebut *inadequate* jika $C_I < 1.00$, menunjukkan bahwa prosesnya tidak memadai

sehubungan dengan toleransi produksi, baik variasi proses σ^2 perlu dikurangi atau proses *mean* μ perlu digeser mendekati nilai target. Sebuah proses disebut *capable* jika $1.00 \leq C_I < 1.33$, menunjukkan bahwa kehati-hatian perlu dilakukan sehubungan dengan proses distribusi dan diperlukan beberapa kontrol proses. Suatu proses disebut *satisfactory* jika $1.33 \leq C_I < 1.50$, menunjukkan bahwa kualitas proses memuaskan, penggantian material mungkin diperbolehkan dan tidak diperlukan kontrol kualitas yang ketat. Sebuah proses disebut *good* jika $1.50 \leq C_I < 1.67$. Proses disebut *excellent* jika $1.67 \leq C_I < 2.00$, menunjukkan bahwa kualitas proses melebihi memuaskan. Akhirnya, sebuah proses disebut *super* jika $C_I \geq 2.00$ Pearn & Chen (2002) dalam Pearn et al. (2009). Tabel 2.2 menunjukkan ringkasan dari 5 (lima) kondisi dan kesesuaian nilai C_I .

Tabel 2.1 Kesesuaian *NCPM* untuk beberapa nilai C_I

C_I	<i>NCPM</i>
1.00	1349.898
1.25	88.417
1.33	33.037
1.45	6.807
1.50	3.398
1.60	0.793
1.67	0.272
2.00	0.001

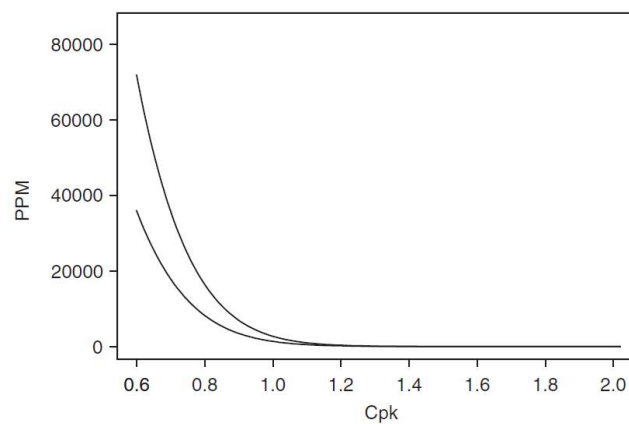
Tabel 2.2 Beberapa kondisi persyaratan kualitas kapabilitas yang umum digunakan

Kondisi Kualitas	Nilai C_I
Inadequate	$C_I < 1.00$
Capable	$1.00 \leq C_I < 1.33$
Satisfactory	$1.33 \leq C_I < 1.50$

Kondisi Kualitas	Nilai C_I
Good	$1.50 \leq C_I < 1.67$
Excelent	$1.67 \leq C_I < 2.00$
Super	$2.00 \leq C_I$

Mengikuti persamaan 2.8 dan 2.9 bahwa batas dari *process yield* untuk nilai tetap C_{pk} yang diberikan Boyles (1991) dan Kotz & Lovelace (1998) dalam Pearn & Wu (2007) sebagai berikut :

$$2\phi(3C_{pk}) - 1 \leq p \leq \phi(3C_{pk}) \quad (2.12)$$



Gambar 2.2 Batas unit *nonconforming* dalam PPM dengan C_{pk}

Batas atas dan bawah dari *nonconforming* unit dalam PPM diplot pada gambar 2.2 sebagai fungsi dari C_{pk} . Montgomery (2009) menyarankan beberapa nilai indeks kapabilitas minimum untuk proses yang berlangsung di bawah kondisi kualitas tertentu. $C_{pk} \geq 1.33$ biasanya digunakan pada *existing process*, $C_{pk} \geq 1.50$ digunakan pada *new process* atau pada *existing process* dengan pertimbangan faktor keselamatan, kekuatan atau parameter kritis lainnya. Finley (1992) dalam Pearn & Wu(2007) menyatakan bahwa nilai indeks kritis C_{pk} yang dibutuhkan untuk semua proses *supplier* adalah 1.33 atau lebih.

Untuk nilai indeks $C_{pk} \leq 1$, maka proses dinyatakan “*inadequate*”, yaitu proses tidak memadai akan spesifikasi atau *production tolerance*. Sehingga variasi proses atau rata – rata proses yang perlu dikurangi hingga berada sedekat mungkin dengan nilai target (*target value T*). Dalam prakteknya, data sampel harus diambil dalam perhitungan indeks karena rata – rata proses dan standar deviasi biasanya tidak diketahui.

2.3.1 Yield Index untuk Karakteristik Tunggal

Menurut Pearn, & Cheng (2007) *process yield* didefinisikan sebagai persentase unit produk manufaktur dengan karakteristik kualitas yang berada dalam batas spesifikasi. *Process yield* merupakan kriteria penting yang digunakan dalam industri manufaktur untuk mengukur kinerja proses. Metode untuk mengukur *yield* untuk proses dengan karakteristik tunggal diteliti secara ekstensif. Namun, metode untuk mengukur *yield* untuk proses dengan beberapa karakteristik belum banyak dieksplorasi (Pearn et al., 2006). Untuk proses dengan spesifikasi manufaktur dua sisi, *process yield* dapat dihitung sebagai berikut,

$$\%Yield = 100 [F(USL) - F(LSL) \%] \quad (2.13)$$

dimana $F(.)$ adalah *cumulative distribution function (CDF)* dari karakteristik proses. Jika karakteristik proses mengikuti distribusi normal, maka hasil prosesnya dapat dinyatakan sebagai,

$$\%Yield = 100 \left\{ \phi \left[\frac{(USL - \mu)}{\sigma} \right] - \phi \left[\frac{(LSL - \mu)}{\sigma} \right] \right\} \quad (2.14)$$

dimana μ adalah *mean* prosesnya, σ adalah deviasi standar proses, dan $\phi(.)$ adalah *CDF* dari distribusi normal standar $N(0,1)$.

Kemudian Boyles (1994) mengusulkan indeks kapabilitas untuk *process yield*, disebut S_{pk} untuk proses normal, seperti yang didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{pk} = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \phi \left[\frac{(USL - \mu)}{\sigma} \right] + \frac{1}{2} \phi \left[\frac{(\mu - LSL)}{\sigma} \right] \right\} \quad (2.15)$$

dimana $\phi^{-1}(\cdot)$ adalah fungsi invers *CDF* $\phi(\cdot)$ distribusi normal standar. Menurut Pearn et al.(2004) dan Chen (2005), indeks S_{pk} menetapkan hubungan antara spesifikasi manufaktur dan kinerja proses aktual, yang memberikan ukuran yang tepat dari *process yield*. Jika $S_{pk} = c$, maka *process yield* dapat dinyatakan sebagai,

$$\%Yield = 100 [2\phi(3c) - 1] \% \quad (2.16)$$

Indeks S_{pk} memberikan ukuran *process yield* yang tepat (bukan perkiraan) berdasarkan asumsi normal. Untuk alasan ini, indeks S_{pk} telah diterima oleh banyak pihak dan digunakan sebagai alat komunikasi untuk mengevaluasi dan memperbaiki kualitas manufaktur.

Untuk memperkirakan *yield index*, Lee et al. (2002) mempertimbangkan natural estimator sebagai berikut,

$$\hat{S}_{pk} = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \phi \left[\frac{(USL - \bar{x})}{s} \right] + \frac{1}{2} \phi \left[\frac{(\bar{x} - LSL)}{s} \right] \right\} \quad (2.17)$$

dimana,

$$\bar{x} = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \quad (2.18)$$

$$s = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.19)$$

masing-masing adalah *mean* sampel dan standar deviasi sampel. Distribusi *exact* dari \hat{S}_{pk} secara matematis sulit diatasi karena ini adalah fungsi kompleks dari statistik \bar{x} dan s . Oleh karena itu, Lee et al. (2002) memperoleh pendekatan normal terhadap distribusi \hat{S}_{pk} menggunakan teknik ekspansi *Taylor*. Artinya, estimator \hat{S}_{pk} kira-kira terdistribusi normal dengan *mean* S_{pk} dan varian

$$\frac{(a^2 + b^2)}{\left\{36n \left[\phi(3S_{pk}) \right]^2 \right\}} \quad (2.20)$$

dimana,

$$a = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ 3C_p (2 - C_a) \phi[3C_p (2 - C_a)] + 3C_p C_a \phi(3C_p C_a) \right\} \quad (2.21)$$

$$b = \phi[3C_p (2 - C_a)] - \phi(3C_p C_a), i = 1, 2, \quad (2.22)$$

dan $\phi(\cdot)$ adalah *probability density function (PDF)* dari distribusi normal standar.

Berdasarkan pada pendekatan normal terhadap distribusi \hat{S}_{pk} oleh Lee et al. (2002), rasio tes statistik R dapat ditunjukkan sebagai berikut,

$$R = \frac{\hat{S}_{pk2}}{\hat{S}_{pk1}} = \frac{N(S_{pk2}, \sigma_{s_2}^2)}{N(S_{pk1}, \sigma_{s_1}^2)} \quad (2.23)$$

dimana,

$$\hat{S}_{pki} = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \phi \left[\frac{(USL - \bar{x}_i)}{s_i} \right] + \frac{1}{2} \phi \left[\frac{(\bar{x}_i - LSL)}{s_i} \right] \right\}, i = 1, 2, \quad (2.24)$$

$$\sigma_{si}^2 = \frac{(a_i^2 + b_i^2)}{\left\{36n_i \left[\phi(3S_{pki})\right]^2\right\}}, i = 1, 2, \quad (2.25)$$

$$a_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \begin{array}{l} 3C_{pi}(2-C_{ai})\phi[3C_{pi}(2-C_{ai})] \\ +3C_{pi}C_{ai}\phi(3C_{pi}C_{ai}) \end{array} \right\}, i = 1, 2, \quad (2.26)$$

$$b_i = \phi[3C_{pi}(2-C_{ai})] - \phi(3C_{pi}C_{ai}), i = 1, 2, \quad (2.27)$$

Menurut investigasi yang telah dilakukan oleh Pearn et al. (2004) nilai kritis c_1 dan c_2 untuk pengujian dua *yield indices* dapat diperoleh dengan kondisi $S_{pk1} = S_{pk2} = C$ dan $C_{a1} = C_{a2} = 1$, contohnya untuk tujuan keandalan.

$$P(R < c_1 | S_{pk1} = S_{pk2} = C, C_{a1} = 1, n_1, n_1) = \int_0^{c_1} f_R(r) dr = \frac{\alpha}{2} \quad (2.28)$$

atau

$$P(R < c_2 | S_{pk1} = S_{pk2} = C, C_{a1} = 1, n_1, n_1) = \int_{c_2}^0 f_R(r) dr = \frac{\alpha}{2} \quad (2.29)$$

Tabel 2.3 mencantumkan nilai kritis dua sisi c_1 dan c_2 dengan $\alpha = 0.05$ dan berbagai ukuran sampel $n_1 = n_2 = n$ dari 25 sampai 200 dengan kenaikan jumlah sampel sebesar 25. Jika $R < c_1$ atau $R > c_2$, maka $H_0 : S_{pk2} = S_{pk1} = 1$ akan ditolak, dan menyimpulkan bahwa *yield* dari dua proses tersebut berbeda secara signifikan dengan $\alpha = 0.05$.

Tabel 2.3 Nilai kritis c_1 dan c_2 dengan $\alpha = 0.05$
 untuk beberapa $n_1 = n_2 = n$

n	c_1	c_2
25	0.6668	1.4993
50	0.7544	1.3254
75	0.7954	1.2570
100	0.8206	1.2183
125	0.8318	1.2019
150	0.8513	1.1745
175	0.8617	1.1604

2.3.2 Multiple Characteristic untuk Spesifikasi Satu Sisi

Wu & Pearn (2005) membahas proses dengan *multiple characteristic* untuk spesifikasi satu sisi dengan batas spesifikasi atas dan mengusulkan indeks kemampuan proses untuk *smaller the better* sebagai,

$$C_{pu}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{puj}) \right\} \quad (2.30)$$

dimana C_{puj} menunjukkan nilai C_{pu} dari karakteristik ke j untuk $j = 1, 2, \dots, v$ dan v adalah jumlah karakteristik. Hubungan antara indeks C_{pu}^T dan keseluruhan *process yield* P dapat ditetapkan sebagai,

$$P = \prod_{j=1}^v P_j = \prod_{j=1}^v \phi(3C_{puj}) = \phi(3C_{pu}^T) \quad (2.31)$$

Keseluruhan *process yield* dalam *parts per million (PPM)* dapat diberikan sebagai berikut,

$$yield = 10^6 \times \phi(3C_{pu}^T) \quad (2.32)$$

Tabel 2.4 Beberapa nilai C_{pu}^T dan kesesuaian dengan *process yield*

C_{pu}^T	<i>process yield</i>
1.00	0.9986501020
1.25	0.9999115827
1.33	0.9999669634
1.45	0.9999931931
1.50	0.9999966023
1.60	0.9999992067
1.67	0.9999997278
2.00	0.9999999990

Tabel 2.5 Syarat minimum masing-masing karakteristik tunggal dari berbagai level kapabilitas untuk *multiple characteristic*

c'	c_l	
	1.000	1.33
1	1.000	1.330
2	1.068	1.383
3	1.107	1.414
4	1.133	1.436
5	1.153	1.452

Untuk masing-masing karakteristik tunggal, nilai C_{puj} dapat dilakukan estimasi menggunakan natural estimator,

$$\hat{C}_{puj} = \frac{(USL_j - \bar{x}_j)}{s_j}, j = 1, 2, \dots, v \quad (2.33)$$

dimana,

\bar{x}_j = *mean* sampel karakteristik ke j

s_j = standar deviasi sampel karakteristik ke j

dan estimator dari \hat{C}_{pu}^T didefinisikan sebagai,

$$\hat{C}_{pu}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{puj}) \right\} \quad (2.34)$$

Pearn et al.(2012) menurunkan distribusi asimtotik \hat{C}_{pu}^T menggunakan ekspansi Taylor untuk *multiple* variabel sebagai berikut,

$$\hat{C}_{pu}^T \approx N \left(C_{pu}^T, \frac{1}{9n}, \frac{C_{pu}^{T^2}}{2n} \right) \quad (2.35)$$

Metode \hat{C}_{pu}^T di atas dapat digunakan untuk proses yang hanya mempunyai *multiple lower specification limit (LSL)* dengan transformasi matematis yang tepat. Hasil yang telah disebutkan sebelumnya dapat diimplementasikan untuk membandingkan dua pemasok dengan nilai indeks \hat{C}_{pu1}^T dan \hat{C}_{pu2}^T .

Kemudian Pearn & Wu (2013) menunjukkan rasio dari 2 (dua) natural estimator sebagai berikut,

$$R = \frac{\hat{C}_{pu2}^T}{\hat{C}_{pu1}^T} \quad (2.36)$$

Jadi, distribusi statistik uji R adalah hasil bagi dua variabel acak terdistribusi normal dan dengan demikian terkait dengan distribusi *Cauchy*. Dengan menggunakan transformasi *Jacobian* dan pendekatan konvolusi, fungsi kepadatan probabilitas R dapat diperoleh sebagai

$$f_R(r) = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2} \left\{ 2\sigma_3^2 \exp\left(-\frac{\mu_3^2}{2\sigma_3^2}\right) + \mu_3\sigma_3\sqrt{2\pi} \left[1 - 2\phi\left(\frac{\mu_3}{\sigma_3}\right) \right] \right\} \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu_1^2}{\sigma_1^2} + \frac{\mu_2^2}{\sigma_2^2} - \frac{\mu_3^2}{\sigma_3^2}\right)\right] \quad (2.37)$$

dimana,

$$\mu_1 = C_{pu1}^T, \mu_2 = C_{pu2}^T, \sigma_1^2 = \frac{1}{9n_1} + \frac{C_{pu1}^T{}^2}{2n_1}, \sigma_2^2 = \frac{1}{9n_2} + \frac{C_{pu2}^T{}^2}{2n_2},$$

$$\mu_3 = \frac{\frac{\mu_1}{\sigma_1^2} + \frac{r\mu_2}{\sigma_2^2}}{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{r^2}{\sigma_2^2}} = \frac{r\mu_2\sigma_1^2 + \mu_1\sigma_2^2}{r^2\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \sigma_3^2 = \left[\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{r^2}{\sigma_2^2} \right]^{-1} = \frac{\sigma_1^2\sigma_2^2}{r^2\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \quad (2.38)$$

Untuk karakteristik *larger the better* C_{pl}^T dapat dikerjakan dengan cara yang sama dengan *smaller the better*.

2.3.3 *Multiple Characteristic* untuk Spesifikasi Dua Sisi

Mengingat proses dengan *multiple characteristic*, Chen et al.(2003) mengusulkan *yield index* sebagai,

$$S_{pk}^T = \frac{1}{3}\phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \left(\prod_{j=1}^v (2\phi(3S_{pkj}) - 1) + 1 \right) \right\} \quad (2.39)$$

dimana S_{pkj} menunjukkan nilai S_{pk} dari karakteristik ke j untuk $j = 1, 2, \dots, v$, dan v adalah jumlah karakteristik. Indeks baru S_{pk}^T dapat dipandang sebagai generalisasi dari *yield index* karakteristik tunggal S_{pk} yang dikenalkan oleh Boyles (1994).

Tabel 2.6 Beberapa nilai S_{pk}^T dan kesesuaian dengan *process yield*

S_{pk}^T	<i>process yield</i>
1.00	0.997300204
1.24	0.999800777
1.33	0.999933927
1.50	0.999993205
1.67	0.999999456
2.00	0.999999998

diketahui $S_{pk}^T = c$, maka

$$\frac{1}{3}\phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \left(\prod_{j=1}^v (2\phi(3S_{pkj}) - 1) + 1 \right) \right\} = c \quad (2.40)$$

selanjutnya,

$$\prod_{j=1}^v [2\phi(3S_{pkj}) - 1] = 2\phi(3c) - 1 \quad (2.41)$$

Hubungan antara indeks S_{pk}^T dan *overall process yield* P dapat dirumuskan sebagai,

$$P = \prod_{j=1}^v P_j = \prod_{j=1}^v [2\phi(3S_{pkj}) - 1] = 2\phi(3S_{pk}^T) - 1 \quad (2.42)$$

Oleh karena itu, indeks baru S_{pk}^T menyediakan perhitungan yang tepat dari *overall process yield*. Untuk proses dengan karakteristik v , jika persyaratan dari *overall process yield* $S_{pk}^T \geq c_0$, kondisi yang cukup (minimal) untuk kebutuhan masing-masing karakteristik dapat diperoleh sebagai berikut,

$$S_{pk}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \left(\prod_{j=1}^v (2\phi(3S_{pkj}) - 1) + 1 \right) \right\} \geq c_0 \quad (2.43)$$

2.3.4 Multiple Characteristic untuk Spesifikasi Campuran

Menurut Pearn & Wu (2006) karakteristik kualitas dari produk dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tipe yaitu : *nominal-the-best*, *smaller-the-better*, *larger-the-better*. Untuk produk dengan multi proses, diasumsikan n_k untuk tipe *nominal-the-best* proses yang dievaluasi adalah C_{pkj} dengan $j = 1, 2, \dots, n_k$. Untuk tipe *smaller-the-better* proses yang dievaluasi adalah C_{puj} dengan $j = 1, 2, \dots, n_u$. Untuk tipe *larger-the-better* proses yang dievaluasi adalah C_{plj} dengan $j = 1, 2, \dots, n_l$. Jadi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bentuk umum dari *process yield* dapat dihitung dengan spesifikasi satu sisi sebagai:

$$p_{uj} = \phi(3C_{puj}), j = 1, 2, \dots, n_u \quad (2.44)$$

atau,

$$p_{lj} = \phi(3C_{plj}), j = 1, 2, \dots, n_l \quad (2.45)$$

dan untuk spesifikasi dua sisi adalah sebagai berikut:

$$p_{kj} \geq 2\phi(3C_{pkj}) - 1, j = 1, 2, \dots, n_k \quad (2.46)$$

Process yield individu diasumsikan independen. Untuk *overall process yield* p_T dapat dihitung sebagai :

$$p_T = \prod_{i \in G} \prod_{j=1}^{n_i} p_{ij} \quad (2.47)$$

dimana $G = \{k, u, l\}$. Selanjutnya, memanfaatkan ketidaksetaraan $\phi(x) \geq 2\phi(x) - 1$, hubungan di atas dari *process yield* dapat ditulis sebagai

$$p_{ij} \geq 2\phi(3C_{pij}) - 1, i \in \{k, u, l\}, j = 1, 2, \dots, n_i \quad (2.48)$$

Kemudian, *overall process yield* p_T dapat digambarkan sebagai

$$\begin{aligned} p_T &= \prod_{i \in G} \prod_{j=1}^{n_i} p_{ij} \geq \prod_{j=1}^{n_i} p_{ij} [2\phi(C_{pkj}) - 1] \\ &\times \prod_{j=1}^{n_u} \phi(C_{puj}) \times \prod_{j=1}^{n_l} \phi(3C_{plj}) \geq \prod_{i \in G} \prod_{j=1}^{n_i} [2\phi(3C_{pkj}) - 1] \end{aligned} \quad (2.49)$$

Secara umum, *overall process yield* multiproses produk lebih rendah dari pada *process yield* individual, yaitu $p_T \leq p_{ij}$. Demikian pula, ketika *overall process yield* (atau keseluruhan kapabilitas produk) diputuskan untuk memenuhi tingkat yang dipersyaratkan, *process yield* (atau kemampuan proses individual) harus melebihi standar yang telah ditetapkan untuk keseluruhan produk. Berdasarkan analisis di atas, jika masing-masing karakteristik saling independen dan terdistribusi normal, *process yield* dapat dievaluasi dalam hal *integrated process capability index* C_T sebagai berikut:

$$C_T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left(\left[\frac{1}{2} \left(\prod_{i \in G} \prod_{j=1}^{n_i} [2\phi(3C_{pij}) - 1] + 1 \right) \right] \right) \quad (2.50)$$

2.4 Analisa Klastering

Menurut Santosa (2007) tujuan utama dari metode klaster adalah pengelompokan sejumlah data/obyek ke dalam klaster (group) sehingga dalam setiap klaster akan berisi data yang semirip mungkin. Dalam klastering kita berusaha untuk menempatkan obyek yang mirip (jaraknya dekat) dalam satu klaster dan membuat jarak antar klaster sejauh mungkin. Ini berarti obyek dalam satu klaster sangat mirip satu sama lain dan berbeda dengan obyek dalam klaster-klaster yang lain. Dalam teknik ini kita tidak tahu sebelumnya berapa jumlah klaster dan bagaimana pengelompokannya.

Santosa (2007) juga menyebutkan bahwa ada dua pendekatan dalam klastering yaitu partitioning dan hirarki. Dalam partitioning, obyek x_1, x_2, \dots, x_n dikelompokkan ke dalam k klaster. Ini bisa dilakukan realokasi obyek berdasarkan kriteria tertentu sampai dicapai pengelompokan yang optimum. Dalam klaster hirarki, dimulai dengan membuat m klaster dimana setiap klaster beranggotakan satu obyek dan berakhir dengan satu klaster dimana anggotanya adalah m obyek. Pada setiap tahap dalam prosedurnya, satu klaster digabung dengan satu klaster yang lain. Kita bisa memilih berapa jumlah klaster yang diinginkan dengan menentukan *cut-off* pada tingkat tertentu.

2.4.1. Klastering Hirarki (*Hierarchical Clustering*)

Dalam klastering hirarki kita hitung jarak masing-masing obyek dengan setiap obyek yang lain. Selanjutnya kita temukan pasangan obyek yang jaraknya terdekat. Sehingga tiap obyek akan berpasangan dengan satu obyek atau kelompok obyek yang lain yang paling dekat dengan jaraknya.

Untuk menggabungkan dua atau lebih obyek menjadi satu klaster, biasanya digunakan ukuran kemiripan atau ketidakmiripan. Semakin mirip dua obyek semakin tinggi peluang untuk dikelompokkan ke dalam satu klaster. Sebaliknya semakin tidak mirip semakin rendah peluang untuk dikelompokkan dalam satu klaster. Untuk mengukur kemiripan (*similarity*) dan ketidakmiripan (*dissimilarity*) di antara data/obyek bisa dipakai beberapa ukuran. Untuk ukuran kemiripan bisa dipakai cosinus, kovarian dan korelasi. Sedang untuk ukuran ketidakmiripan bisa dipakai jarak. Dalam ukuran kemiripan, semakin besar

nilainya berarti semakin mirip. Sebaliknya dalam ketidakmiripan semakin besar nilainya semakin tidak mirip.

Alat yang digunakan dalam klastering hirarki adalah dendogram. Dendogram menunjukkan urutan bagaimana obyek dikelompokkan dalam klaster. Sumbu x menunjukkan nomor obyek dan sumbu y menunjukkan jarak antar obyek/klaster. Jumlah klaster bisa ditentukan dengan cara memotong pohon klaster pada suatu ketinggian tertentu.

2.4.2. *K-means*

Dari beberapa teknik klastering yang paling sederhana dan umum dikenal adalah klastering *k-means*. Dalam teknik ini, obyek dikelompokkan ke dalam k kelompok atau klaster. Untuk melakukan klastering ini, nilai k harus ditentukan terlebih dahulu. Biasanya user atau pemakai sudah mempunyai informasi awal tentang obyek yang sedang dipelajari, termasuk berapa jumlah klaster yang paling tepat. Secara detail bisa menggunakan ukuran ketidakmiripan untuk mengelompokkan obyek. Ketidakmiripan bisa diterjemahkan dalam konsep jarak. Jika jarak dua obyek atau titik cukup dekat, maka dua obyek itu mirip. Semakin dekat berarti semakin tinggi kemiripannya. Semakin tinggi nilai jarak, semakin tinggi ketidakmiripannya.

2.5 Posisi Penelitian

Mettler & Rohner (2009) memberikan diskusi spesifik mengenai materi aktual dan spesifik dan menyajikan pengalaman pada proyek implementasi SRM di rumah sakit Swiss. Lambert et al. (2012) mendeskripsikan pandangan lintas sektoral tingkat makro SRM dan untuk menyediakan struktur untuk mengelola hubungan bisnis-ke-bisnis untuk menciptakan nilai bersama dan meningkatkan nilai pemegang saham.

Chou (1994) mengembangkan sebuah tes untuk membandingkan kemampuan dua proses C_{pu} atau C_{pl} dengan spesifikasi unilateral dan memilih *supplier* yang lebih baik bila ukuran sampelnya sama. Huang & Lee (1995) mempertimbangkan masalah pemilihan *supplier* berdasarkan indeks C_{pm} dan

mengembangkan metode pendekatan matematis untuk memilih subset yang berisi proses yang terkait dengan hilangnya proses terkecil dari beberapa proses independen yang diberikan.

Wu et al. (2008) menerapkan empat metode *bootstrap* untuk membangun *lower confidence bounds* terhadap perbedaan kemampuan dan rasio antara dua *supplier* yang diberikan dan mengembangkan prosedur praktis yang digunakan para praktisi dalam membuat keputusan pemilihan *supplier* berdasarkan indeks C_{pk} . Pearn et al. (2009) menemukan solusi pengendalian produksi photolithography berdasarkan *yield index* S_{pk} .

Lin & Pearn (2010) mempertimbangkan masalah pemilihan proses dengan menggunakan *yield index* S_{pk} untuk membandingkan dua proses produksi dan memilih satu yang memiliki hasil produksi lebih tinggi. Pengujian hipotesis dengan dua tahap untuk membandingkan dua proses dikembangkan. Nilai kritis dari tes ini diperoleh untuk menentukan keputusan seleksi. Ukuran sampel yang dibutuhkan untuk menentukan kekuatan seleksi dan tingkat kepercayaan juga diselidiki. Daniels et al. (2005) mempertimbangkan beberapa metode untuk melakukan perbandingan proses berdasarkan indeks C_{pk} dan C_{pm} .

Pearn & Wu (2013) mempertimbangkan masalah pemilihan pemasok untuk proses terdistribusi normal dengan beberapa karakteristik independen berdasarkan indeks kemampuan proses C_{pu}^T . Prosedur pengujian dua fasa berdasarkan hasil bagi dua statistik diusulkan untuk mengatasi masalah tersebut. Beberapa tabel nilai kritis untuk prosedur pengujian dan pengambilan keputusan disediakan. Ukuran sampel yang dibutuhkan untuk berbagai persyaratan kemampuan, besarnya perbedaan dua pemasok juga disajikan. Pearn et al. (2016) menggunakan indeks C_{pu}^T untuk menyelidiki masalah pemilihan *supplier* untuk proses satu sisi dengan beberapa karakteristik independen. Pertama review pendekatan yang ada, yang disebut sebagai *division method*, kemudian mengembangkan pendekatan baru yang disebut *subtraction method*. Prosedur seleksi dua tahap dikembangkan berdasarkan *subtraction method* untuk aplikasi

praktis. kemudian membandingkan dua metode yang berkaitan dengan kekuatan seleksi.

Tabel 2.7 Posisi penelitian saat ini dengan penelitian sejenis terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Metode							
			SRM	C_{pu}	C_{pl}	C_{pm}	C_{pk}	S_{pk}	C_{pu}^T	C_{pl}^T
1	Chou	1994		√	√					
2	Huang & Lee	1995				√				
3	Mettler & Rohner	2009	√							
4	Lambert et al.	2012	√							
5	Wu et al.	2008					√			
6	Pearn et al.	2009						√		
7	Lin & Pearn	2010						√		
8	Daniels et al.	2005				√	√			
9	Pearn & Wu	2013							√	
10	Pearn et al.	2016							√	
11	Penelitian ini	2017	√							√

“halaman ini sengaja dikosongkan”

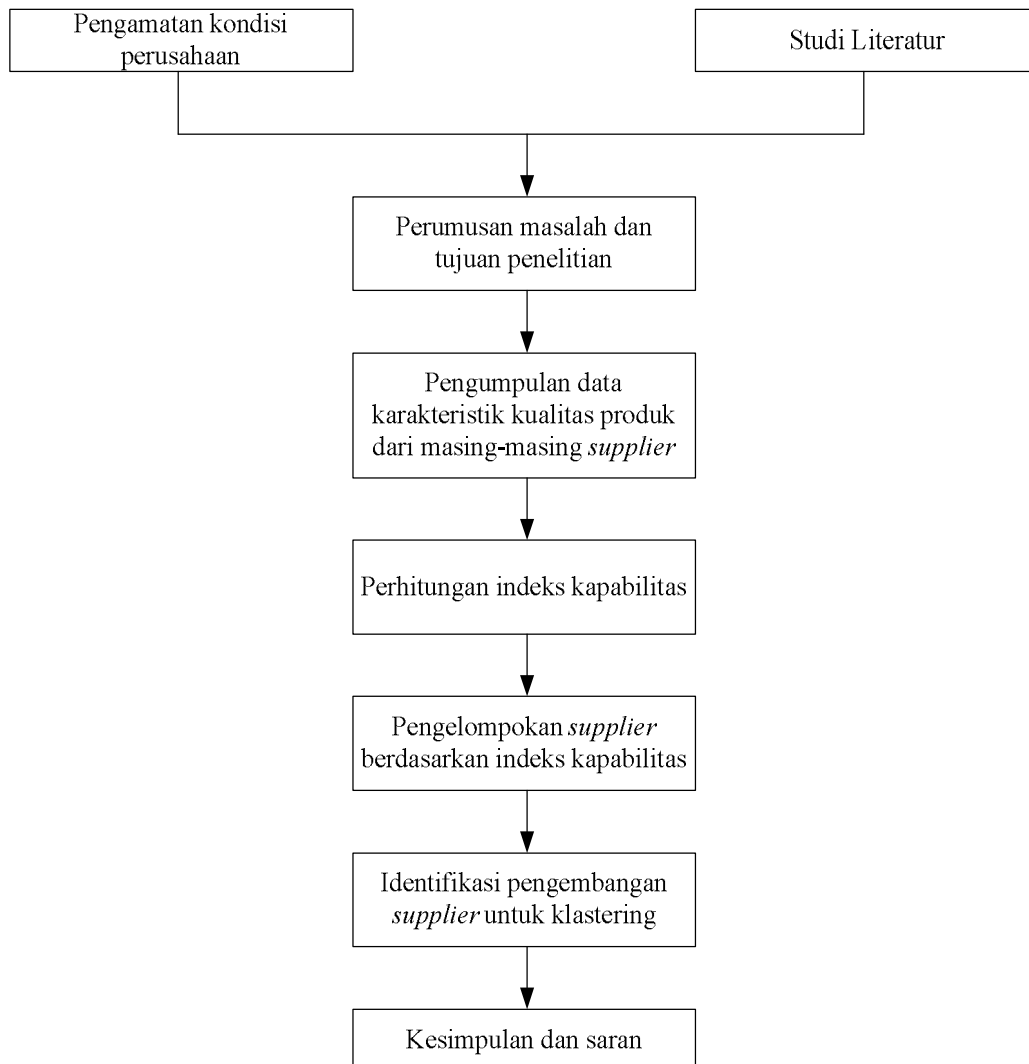
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metodologi dan urutan langkah pengerjaan agar penelitian berjalan secara terstruktur sesuai dengan kerangka penelitian.

3.1. Alur penelitian

Diagram alir (*flow chart*) merupakan gambaran proses penelitian dan penulisan yang dilakukan pada penelitian ini. Adapun diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kerangka penelitian

3.2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah dengan pengamatan kondisi pada perusahaan. Dari permasalahan yang ada di perusahaan, kemudian mengumpulkan dan membaca berbagai referensi yang berhubungan dengan permasalahan yang ada. Referensi tersebut yaitu berupa jurnal, buku dan sebagainya. Pada tahap ini juga dilakukan perumusan masalah dan tujuan penelitian.

3.3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini pengumpulan data dilakukan yaitu berupa data kuantitatif karakteristik kualitas produk dari masing-masing *supplier*. Parameter kualitas tersebut antara lain *bursting*, *tear strength*, *tensile strength* dan *elongation*.

3.4. Perhitungan Indeks Kapabilitas

Dari masing-masing data karakteristik kualitas yang didapatkan, permintaan nilai data harus lebih besar dari standar yang telah ditentukan. Oleh karena itu pada perhitungan menggunakan *larger the better*. Perhitungan ini menggunakan persamaan 2.3 dengan *multiple characteristic* untuk spesifikasi satu sisi.

3.5. Pengelompokan *Supplier*

Berdasarkan hasil penilaian indeks kapabilitas, lalu dilakukan analisa pada masing-masing *supplier*. Kemudian dilakukan pengelompokan *supplier* menggunakan analisa klustering. Variabel dominan yang menggambarkan kelompok tersebut juga diidentifikasi.

3.6. Identifikasi Pengembangan *Supplier*

Dari hasil pengolahan data dan pengelompokan *supplier*, kemudian dilakukan identifikasi pengembangan untuk masing-masing kelompok *supplier* sesuai dengan konsep *SRM*.

3.7. Kesimpulan dan Saran

Dari semua tahapan yang ada maka dapat ditarik sebuah kesimpulan yang menjawab masalah penelitian. Kesimpulan dan saran diambil berdasarkan hasil pengolahan data dan analisisnya.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Gambaran Umum Proses Pembuatan Sepatu

Pada bagian menjelaskan gambaran proses produksi sepatu secara umum. Adapun prosesnya meliputi: Desain, Pemotongan Bahan (*Cutting*), Penjahitan (*Sewing*), Perakitan (*Assembling*), *Finishing*.

4.1.1 Desain

Yaitu proses penentuan model produk sepatu yang akan dibuat. Beberapa proses yang dikerjakan antara lain:

1. Pembuatan Sketsa

Pada proses pembuatan sketsa sepatu bisa dilakukan dengan manual maupun menggunakan software. Gambar 4.1 menunjukkan contoh sketsa sepatu.



Gambar 4.1 Sketsa Sepatu

2. Pembuatan *Shoelast* (Acuan)

Shoelast adalah bahan cetakan yang terbuat dari plastik, kayu atau *metal* menyerupai bentuk dari kaki yang digunakan dalam proses produksi sepatu. Jenis *shoelast* mengikuti desain dan ukuran dari sepatu yang akan dibuat. Gambar 4.2 menunjukkan contoh *shoelast*.



Gambar 4.2 Shoelast

3. Pembuatan Pola

Pembuatan pola dilakukan pada *shoelast* yang telah diberi *paper tape*. Pola sepatu biasanya dibuat dengan ukuran seri. Gambar 4.3 menunjukkan proses pembuatan pola sepatu.



Gambar 4.3 Pembuatan Pola Sepatu

4.1.2 Pemotongan Bahan (*Cutting*)

Pada proses ini, bahan dipotong sesuai dengan pola yang telah dibuat. Dalam proses *cutting* ada dua cara yang bisa dilakukan yaitu manual dan mesin. Gambar 4.4 menunjukkan proses pembuatan pola sepatu.



Gambar 4.4 Pemotongan Bahan Manual (kiri) dan Mesin (kanan)

4.1.3 Penjahitan (*Sewing*)

Ada minimal 3 proses persiapan sebelum dilakukan proses jahit, meliputi:

1. *Skiving*

Yaitu proses menipiskan kulit terutama pada bagian tepinya agar mudah untuk dilipat maupun disambung dengan komponen sepatu lainnya. Gambar 4.5 menunjukkan proses menipiskan kulit bagian tepi.



Gambar 4.5 Proses *Skiving*

2. *Folding*

Proses melipat bagian tepi kulit yang akan dijahit.

3. Menyambung

Proses menggabungkan komponen *Upper* sepatu sebelum dijahit.



Gambar 4.6 Proses *Folding* (kiri) dan Menyambung (kanan)

Penjahitan (*sewing*) adalah proses penggabungan bagian/komponen *upper*. Hasil dari penggabungan dan penjahitan komponen sepatu disebut *upper* / atasan / kap sepatu. Gambar 4.7 menunjukkan hasil penjahitan.



Gambar 4.7 *Upper* / Atasan / Kap sepatu

4.1.4 Perakitan (*Assembling*)

Perakitan (*Assembling*) adalah proses penggabungan antara *upper* dan bagian bawah sepatu (*outsole*). Beberapa proses yang dikerjakan antara lain:

1. Persiapan *Lasting*

Pada proses persiapan *lasting*, ada beberapa komponen yang harus disiapkan yaitu *shoelast*, *insole*, peneras, dll.

2. *Lasting*

Yaitu proses menarik atau memasang *upper* ke *shoelast* yang telah dipasang peneras. Proses *lasting* bisa dikerjakan secara manual dan menggunakan mesin. Proses *lasting* meliputi bagian depan, samping dan belakang dari *upper*. Gambar 4.8 menunjukkan proses *lasting* dan gambar 4.9 menunjukkan hasil dari proses *lasting*.



Gambar 4.8 Proses *Lasting* Manual (kiri) dan Mesin (kanan)



Gambar 4.9 Hasil Proses *Lasting*

3. *Heating* (Pemanasan)

Heating adalah proses memanaskan *upper* yang sudah *dilasting* menggunakan mesin oven. Tujuannya agar bentuk tarikan *upper* menjadi stabil sesuai bentuk *shoelast*. Suhu yang dibutuhkan antara 40 – 50 °C dan waktu pemanasan sekitar 3 – 5 menit.

4. Persiapan Tempel *Outsole*

Pada proses ini dilakukan proses gerinda pada bagian *upper* yang akan ditempel pada *outsole*. Tujuan dilakukan proses gerinda agar permukaan kulit lebih rata. Kemudian dilakukan primer lem dengan tujuan untuk membuka pori kulit agar lem dapat menempel dengan baik dan diamankan dalam waktu 8-10 menit.

5. Pengeleman dan Press

Proses penempelan *upper* dengan *outsole* menggunakan media lem. Setelah *upper* dan *outsole* masing-masing dilem, kemudian dimasukkan ke dalam mesin pemanas yang berfungsi untuk mengeringkan lem. Suhu pengeringan antara 40 – 50 °C dengan waktu 3 – 5 menit. *Upper* dan *outsole* ditempelkan dan dilakukan proses pengepresan. Gambar 4.10 menunjukkan proses pengepresan.



Gambar 4.10 Proses *Press*

6. *Colding / Aging*

Colding merupakan proses mendinginkan sepatu dengan menggunakan mesin pendingin. Sedangkan *aging* adalah proses mendinginkan sepatu dengan cara dibiarkan di udara terbuka.

4.1.5 *Finishing*

Beberapa proses yang dilakukan antara lain lepas *shoelast*, membersihkan sisa lem/kotoran, *brushing*, *polishing*, *packaging*.

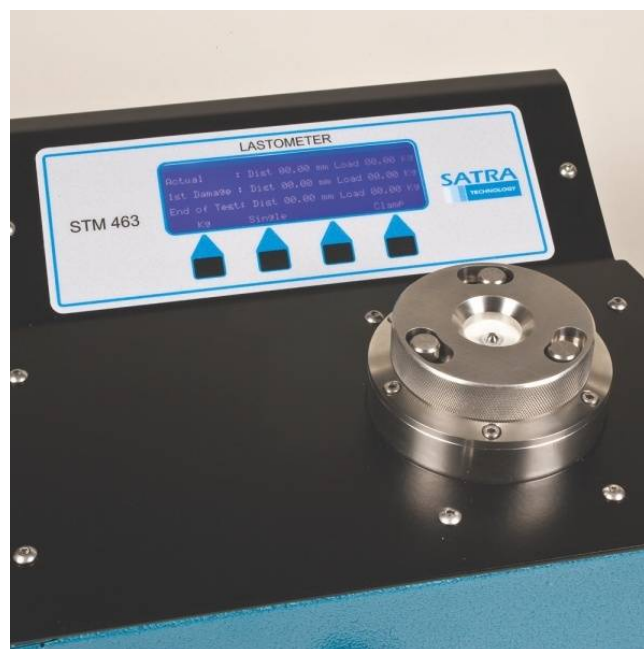
4.2 **Pengujian Kualitas Kulit**

Untuk mengetahui kualitas dari produk dan mempermudah dalam proses produksi alas kaki, pengujian fisik dilakukan pada kulit. Ada banyak parameter yang digunakan untuk pengujian kulit. Beberapa parameter kritis yang digunakan adalah sebagai berikut,

4.2.1. **Ketahanan Letup (*Bursting*)**

Sebagian besar konstruksi alas kaki mengharuskan material bagian atas (*upper*) diregangkan dalam proses pembentukan alas kaki. Dalam proses penarikan (*lasting*), material *upper* dengan cepat ditarik dari sebuah cetakan sepatu (*last*). Seiring permukaan kulit diregangkan, ada risiko bisa retak. Ini bisa terjadi akibat dari kualitas kulit yang kurang baik atau jika kulit terlalu kering. Pengujian lastometer menilai kemampuan material *upper* untuk menahan proses

lasting. Prinsip tes lastometer telah teruji dan digunakan dengan baik di laboratorium maupun sebagai metode pemeriksaan kualitas dalam industri alas kaki global saat ini. Dalam pengujian lastometer, spesimen lingkaran dari bahan yang akan diuji dijepit di sekitar tepinya. Kemudian secara bertahap ditekan dengan memaksa bola logam kecil menempel pada plunger melalui spesimen dengan kecepatan terkontrol. Saat menguji kulit, kerusakan pertama biasanya terjadi pada bagian permukaan. Selama pengujian, permukaan harus terus diamati di bagian tengah spesimen dimana distensi maksimum terjadi. Pada tanda pertama keretakan permukaan, gaya pada *plunger* dan distensi spesimen dicatat. Kerusakan internal dalam spesimen dapat dideteksi dengan mengamati beban selama pengujian - gaya pada plunger berhenti naik atau turun. Pengujian tersebut dapat dilanjutkan sampai ada tanda-tanda kegagalan pertama sampai titik *bursting*. Beban dan distensi dicatat saat bola bola muncul melalui benda uji. Gambar 4.11 menunjukkan proses pengujian ketahanan letup menggunakan lastometer.



Gambar 4.11 Pengujian Ketahanan Letup (*Bursting*)

Sumber : www.satrap.com

4.2.2. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) dan Kemuluran (*Elongation*)

Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) dan kemuluran (*Elongation*) digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dalam menerima beban dan berapa besar prosentase kemuluran pada kulit alas kaki. Spesimen berbentuk *dumb bell* dijepit masing-masing ujungnya pada mesin uji tarik. Kemudian spesimen ditarik secara vertikal dengan kecepatan tertentu. Ukuran spesimen berbentuk *dumb bell* dan kecepatan mesin bervariasi, tergantung dari tes method yang digunakan. Gambar 4.12 menunjukkan pengujian kekuatan tarik dan kemuluran. Hasil dari pengujian ini juga berpengaruh pada saat dilakukan proses *lasting*.

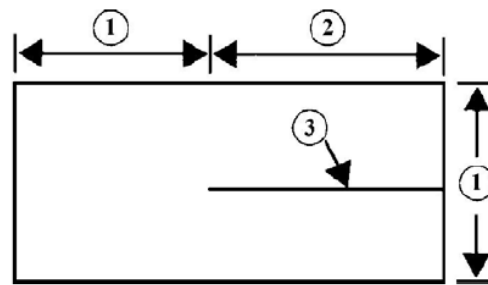


Gambar 4.12 Pengujian Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) dan Kemuluran (*Elongation*)

4.2.3. Kekuatan Sobek (*Tear Strength*)

Kekuatan sobek pada bahan alas kaki merupakan ciri penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan alas kaki. Pengujian ini menggunakan mesin uji tarik dengan kecepatan pemisahan jepitan 100 mm/menit \pm 10 mm/menit, kisaran gaya yang sesuai dengan cuplikan yang diuji.

Sebuah cuplikan uji, yang memiliki belahan tunggal untuk menghasilkan dua kaki dimasukkan ke mesin uji tarik sehingga belahan ini sejajar dengan sumbu mesin dan satu kaki dijepit pada setiap jepitan. Jepitan digerakkan berpisah untuk menyobek bahan sampai sobekan disebarkan hingga salah satu ujung cuplikan uji. Penilaian ini berkontribusi untuk memberikan perlindungan terhadap produk yang salah masuk ke pasar. Gambar 4.13 menunjukkan spesimen uji kuat sobek.



Keterangan :

1. 25 mm atau lebih
2. 30 mm \pm 2 m
3. Belahan

Gambar 4.13 Spesimen uji kuat sobek

Sumber : SNI ISO 17696:2011

4.3 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas

Pada proses perhitungan indeks kapabilitas, data karakteristik kualitas diperoleh dari 9 (sembilan) *supplier* kulit. Data tersebut meliputi kualitas hasil pengujian *bursting*, *tear strength*, *tensile strength*, dan *elongation*. Karakteristik kualitas data yaitu *larger the better* dengan standar masing-masing yaitu *bursting*,

tear strength, *tensile strength*, dan *elongation*. Batasan spesifikasi minimum dari masing-masing karakteristik kualitas untuk *bursting* = 20 kg/cm², *tear strength* = 10 newton, *tensile strength* = 60 newton, dan *elongation* = 70%.

4.3.1 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas Supplier A

Gambaran umum *supplier* A berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Pasuruan, Jawa Timur
2. Kapasitas produksi : 18 juta square feet/tahun

Tabel 4.1 Pengumpulan Data *Bursting Supplier A*

27,27	28,68	27,94	28,56	27,72	23,53	25,95	29,27	25,56
26,64	29,63	24,27	26,30	26,01	27,43	23,69	29,50	25,94
27,62	24,88	25,54	28,03	29,80	27,43	29,83	26,84	28,81
21,90	30,02	23,16	23,56	27,06	30,55	28,59	24,24	25,69
29,03	28,50	27,48	25,71	25,83	30,22	29,63	26,31	26,05
28,99	27,15	27,88	27,30	26,40	26,44	27,10	26,48	25,04
26,54	24,19	26,53	29,86	25,89	26,82	26,06	23,48	24,31
28,70	28,71	23,56	28,50	27,65	27,25	28,23	27,43	26,06
31,21	29,10	27,57	25,76	29,19	27,25	25,83	26,47	25,34
21,03	27,29	24,82	24,82	22,45	25,73	25,20	26,56	28,86
24,17	26,69	24,57	28,59					

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 26,7793 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,0583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 1,0979 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier A*

15,15	15,62	17,99	10,05	16,16	12,91	15,94	15,75	16,86
14,98	17,78	16,37	17,84	15,52	15,17	16,66	16,92	16,84
16,12	9,87	13,99	18,33	13,72	14,69	18,83	17,15	14,50
17,81	14,57	15,60	14,48	18,13	16,70	12,70	10,43	16,48
14,26	15,60	11,70	16,76	15,12	13,68	13,29	12,53	17,47
13,98	16,97	16,71	17,41	15,33	18,03	17,11	18,26	11,77
15,96	15,34	17,72	16,08	15,09	16,33	14,83	18,39	13,38
18,51	16,83	16,37	17,82	14,12	14,94	16,67	14,88	16,38
17,19	13,88	16,46	19,18	14,29	17,18	14,22	11,95	16,56
15,10	16,39	19,17	13,66	16,03	14,62	18,95	13,76	13,20
10,90	15,92	17,47	17,17					

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 15,6115$$

$$Standar Deviasi = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,0713$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,9030$$

Tabel 4.3 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier A*

68,63	65,79	67,18	66,83	67,66	63,53	65,05	62,67	63,11
66,03	61,98	66,15	60,93	66,76	65,87	68,99	66,45	67,63
63,53	64,46	68,99	65,13	65,11	67,41	65,39	66,19	62,47
65,70	64,88	64,82	64,61	63,83	65,77	67,10	63,39	64,02
66,29	66,19	65,07	63,57	65,04	66,57	67,85	65,33	68,94
60,19	63,94	67,18	64,38	67,99	63,95	67,91	68,68	67,56
62,72	65,83	64,01	63,23	65,29	67,92	66,03	66,45	63,48
62,27	66,05	64,47	66,32	66,43	65,42	65,98	65,73	67,45
63,57	65,13	68,21	66,95	67,05	62,25	66,23	65,59	66,23
64,33	64,32	63,95	65,60	65,25	66,75	67,09	63,36	66,26

67,96 62,80 67,60 63,02

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 65,4814 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,8879 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,9678 \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Pengumpulan Data *Elongation Supplier A*

75,39	73,20	75,19	77,97	77,16	76,25	76,11	75,36	78,36
75,06	76,24	74,97	79,12	75,58	74,86	74,83	77,51	79,24
75,42	76,99	73,91	77,28	76,94	74,26	77,41	74,25	72,64
76,10	75,81	76,38	79,46	80,39	77,27	75,57	73,59	74,05
75,16	75,72	78,68	75,57	73,40	80,58	78,48	79,26	77,70
80,48	78,73	78,61	72,65	77,74	77,84	75,44	78,54	76,60
78,56	79,67	78,31	77,66	74,62	75,05	75,75	79,55	76,25
70,04	80,47	77,64	72,96	77,22	76,90	75,46	75,61	78,80
78,55	74,89	79,78	78,06	75,61	74,66	79,46	74,70	76,65
78,25	74,64	77,66	78,59	77,49	73,82	77,37	78,78	78,12
80,10	72,49	76,65	78,87					

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 76,6703 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,1491 \end{aligned}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 1,0346$$

Indeks kapabilitas untuk *supplier* A menunjukkan proses *capable* pada *bursting* dan *elongation* dengan nilai 1,0979 dan 1,0346. Sedangkan untuk *tear strength* dan *tensile strength* menunjukkan proses tidak memadai (*inadequate*).

4.3.2 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier* B

Gambaran umum *supplier* B berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Tangerang, Banten
2. Kapasitas produksi : 12 juta square feet/tahun

Tabel 4.5 Pengumpulan Data *Bursting Supplier* B

26,75	32,17	29,02	31,71	30,37	30,92	33,15	30,64	31,33
29,69	25,47	33,95	32,75	30,57	28,97	32,40	31,96	28,85
30,42	27,64	19,72	33,81	28,25	27,88	33,10	33,28	30,78
27,84	28,67	31,38	22,76	29,87	30,55	34,61	29,18	36,25
26,18	32,57	33,02	32,32	30,93	32,07	31,92	32,66	32,47
31,70	30,70	28,96	33,80	32,58	29,80	28,03	31,77	
30,80	29,44	29,50	29,28	32,53	27,82	35,80	36,46	
28,18	32,23	32,63	27,67	28,12	28,20	28,30	34,72	
34,03	34,65	35,55	31,19	31,27	31,06	26,84	35,55	
28,79	30,26	32,44	35,13	21,71	33,87	29,51	23,35	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 30,6473 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 3,1547 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 1,1250 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier B*

11,18	13,49	16,69	18,94	10,41	12,37	17,91	18,75	17,02
16,28	18,05	18,72	15,26	11,59	13,09	16,96	9,50	14,37
13,91	17,74	16,03	18,78	15,77	17,56	18,56	16,44	13,25
19,42	19,23	13,30	17,94	10,80	19,27	16,35	16,06	19,48
16,90	16,37	15,92	15,08	17,01	17,82	11,73	9,50	16,60
20,27	18,09	19,59	14,50	17,42	15,39	13,57	15,98	
17,62	13,55	18,40	14,59	14,49	13,16	15,57	19,80	
17,90	12,42	12,12	13,83	14,73	13,44	16,77	13,60	
18,28	9,16	16,19	20,34	15,58	20,02	17,49	15,21	
18,53	13,19	13,25	15,74	17,78	18,73	13,64	13,98	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 15,7801 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,7377 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,7038 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier B*

64,08	69,16	69,94	67,23	62,35	71,38	67,89	68,30	66,68
62,25	64,62	70,64	64,61	66,69	67,47	67,01	65,10	72,60
63,27	69,31	65,46	63,67	60,67	63,88	67,03	63,56	71,24
58,98	62,01	64,82	63,97	69,13	70,65	59,61	65,42	61,37
69,92	68,15	62,55	59,90	65,57	64,98	69,56	68,13	68,48
70,92	64,34	67,68	63,39	71,64	70,38	60,27	62,53	
70,60	70,88	71,31	67,56	70,09	66,44	60,07	72,55	
67,22	65,53	70,87	68,89	66,68	67,76	63,81	70,80	
63,11	62,99	61,01	66,09	66,80	65,03	67,79	66,29	
64,28	68,31	68,13	69,65	66,31	68,46	70,11	68,24	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 66,5188 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 3,3919 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,6406 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Pengumpulan Data *Elongation Supplier B*

75,03	73,42	75,67	76,84	75,33	77,05	74,93	75,85	75,31
71,78	77,67	77,28	74,12	76,16	75,56	74,87	75,70	76,35
74,85	76,13	75,53	75,64	75,83	73,58	75,79	74,27	75,75
75,44	76,32	74,94	77,82	73,93	75,31	73,99	74,96	73,93
76,71	76,01	73,80	75,61	77,16	75,29	77,02	73,41	77,57
73,70	75,91	76,33	73,46	76,74	76,72	77,96	74,66	
73,91	76,86	74,93	77,49	75,30	74,20	75,24	76,92	
76,67	73,11	76,75	76,55	74,10	76,27	74,43	76,05	
75,58	76,85	74,09	75,59	75,44	75,38	76,39	74,39	
76,70	76,94	77,82	74,74	76,81	75,85	73,28	74,87	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 75,5352 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,2899 \end{aligned}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 1,4304$$

Indeks kapabilitas pada *supplier* B, pada karakteristik kualitas *bursting* mempunyai nilai 1,250, maka proses tersebut bisa dikatakan *capable*. Untuk karakteristik kualitas *tear strength* dan *tensile strength*, indeks kapabilitas menunjukkan nilai 0,7038 dan 0,6406. Proses tersebut tidak memadai (*inadequate*). Dan untuk indeks kapabilitas *elongation* mempunyai nilai 1,4304, proses ini dikatakan *satisfactory*.

4.3.3 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier* C

Gambaran umum *supplier* C berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Bogor, Jawa Barat
2. Kapasitas produksi : 10 juta square feet/tahun

Tabel 4.9 Pengumpulan Data *Bursting Supplier* C

27,33	29,98	26,06	33,04	25,91	31,59	32,13	26,18	29,51
28,43	29,19	32,40	26,07	30,35	28,02	29,10	27,95	33,09
31,21	29,26	29,57	27,45	26,44	24,23	32,84	25,84	28,02
25,62	27,83	32,10	29,67	29,38	18,78	27,87	27,92	30,81
24,45	25,18	24,39	30,90	25,58	28,05	23,04	25,32	27,29
29,84	25,06	28,84	25,94	30,19	28,69	28,45	31,06	32,29
30,88	30,59	24,63	28,94	30,24	30,19	33,47	26,88	22,60
30,15	33,35	29,37	29,81	27,01	27,62	25,09	26,85	26,48
25,50	30,19	30,60	32,36	27,79	31,51	32,81	29,70	22,42
29,17	27,25	24,96	32,30	29,91	30,33	32,02	27,11	27,21
28,75	26,91	24,09	24,21	18,62				

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 28,2695 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 3,0332 \end{aligned}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,9088$$

Tabel 4.10 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier C*

13,86	16,70	16,61	16,35	14,38	14,48	14,76	14,73	12,51
12,56	15,84	14,64	14,74	14,02	14,25	13,59	13,74	15,99
14,18	12,29	13,09	16,26	15,88	15,02	14,79	13,80	12,80
13,03	15,64	13,32	12,99	14,83	13,95	12,67	13,68	16,81
14,42	16,41	12,01	13,16	15,04	14,06	15,33	14,62	14,44
15,46	12,95	14,36	15,59	13,11	13,95	14,77	13,54	13,97
13,65	13,19	15,09	15,95	14,82	15,82	13,58	13,41	16,32
15,63	15,70	15,63	16,51	13,41	12,96	13,92	12,99	12,93
15,15	15,15	15,79	13,39	13,38	16,37	15,76	16,15	12,72
14,63	13,86	14,37	15,80	13,47	13,66	15,57	15,20	15,08
13,93	14,08	14,88	14,83	9,11				

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 14,4191$$

$$Standar Deviasi = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,3049$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 1,1289$$

Tabel 4.11 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier C*

66,23	69,48	62,89	67,66	64,50	67,66	70,99	64,50	64,71
60,53	65,55	72,46	68,78	66,06	65,13	70,30	66,84	68,91
69,21	64,33	69,77	70,23	63,04	69,03	72,51	66,49	70,22
61,96	67,71	59,31	58,21	70,14	69,67	67,61	65,92	66,86
71,76	66,33	67,07	62,30	70,46	61,45	70,28	62,75	67,04
64,65	65,27	65,18	67,58	64,61	70,48	62,12	61,67	62,74
70,52	65,37	64,11	57,65	66,87	60,61	71,20	68,33	70,43
70,88	64,45	66,37	60,26	68,63	65,38	71,15	63,05	71,50
66,86	66,58	68,94	69,09	68,02	66,19	68,53	62,96	66,14
68,96	66,44	62,08	70,47	67,79	65,93	69,25	61,12	62,35
72,71	70,16	64,18	64,64	61,96				

$$\text{Mean} = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 66,4974$$

$$\text{Standar Deviasi} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 3,4854$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,6214$$

Tabel 4.12 Pengumpulan Data *Elongation Supplier C*

74,01	74,43	72,53	73,73	76,11	74,02	76,85	75,20	74,29
74,13	75,65	75,66	75,26	74,39	76,98	75,30	74,88	75,33
76,32	76,34	74,19	76,01	73,95	76,05	72,70	74,68	74,54
74,60	73,97	74,13	75,96	74,86	76,15	75,49	75,17	74,51
74,21	75,63	76,71	74,79	74,08	75,17	74,52	76,52	75,58
73,97	77,16	75,46	74,36	74,18	75,42	73,14	76,33	75,75
74,85	74,18	75,27	75,83	77,59	77,67	77,68	76,37	74,74
75,65	75,55	75,79	73,40	74,99	77,04	74,63	75,46	77,15
75,76	75,77	72,91	77,04	75,88	75,17	74,72	76,09	73,53
73,48	75,14	74,75	77,85	74,64	75,90	74,04	74,53	74,45

75,93 76,95 76,28 76,02 73,45

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 75,2155 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,1737 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 1,4812 \end{aligned}$$

Pada *supplier* C, indeks kapabilitas adalah sebagai berikut: *bursting* = 0,9088; *tear strength* = 1,1289; *tensile strength* = 0,6214; *elongation* = 1,4812. Indeks kapabilitas *bursting* dan *tensile strength* menunjukkan proses *inadequate*. Pada *tear strength*, proses dikatakan *capable*. Sedangkan pada *elongation*, proses *satisfactory*.

4.3.4 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier* D

Gambaran umum *supplier* D berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Yogyakarta
2. Kapasitas produksi : 15 juta square feet/tahun

Tabel 4.13 Pengumpulan Data *Bursting Supplier D*

26,53	25,76	24,08	26,62	24,05	26,09	25,09	29,86	25,02
27,02	29,13	29,23	20,73	29,44	26,96	25,42	24,64	27,58
26,43	28,49	28,25	24,86	28,63	28,07	26,49	25,37	27,43
26,30	25,32	25,78	27,34	27,16	26,44	27,98	26,06	26,67
26,13	28,37	27,52	27,02	22,03	25,76	27,50	26,25	26,26
20,73	23,87	24,30	28,87	24,38	24,98	28,90	24,92	26,69
27,04	27,92	28,38	26,87	25,46	23,58	26,36	27,08	28,59
29,50	24,22	27,57	25,20	24,03	28,65	27,39	25,78	24,05
26,75	23,11	23,92	23,51	28,92	26,07	28,16	26,34	26,47
25,61	26,71	27,63	24,43	25,62	28,36	27,27	28,29	26,82
26,21								

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 26,3590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,8605 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 1,1393 \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier D*

14,41	16,18	16,25	14,78	11,40	18,85	14,03	16,74	17,29
18,36	14,44	14,54	11,72	13,15	13,87	15,93	10,87	13,34
15,09	13,36	12,21	16,15	17,93	18,06	15,08	16,23	17,96
14,63	14,74	13,53	11,87	16,30	15,17	16,96	15,37	15,57
12,46	14,87	13,49	15,20	13,42	15,35	17,15	15,99	14,16
17,14	17,61	18,48	17,40	13,64	16,27	12,71	16,88	17,54
17,92	12,23	15,75	15,08	14,53	15,58	13,24	13,02	17,92
15,99	14,62	12,73	16,13	15,26	14,21	16,36	13,76	11,91
11,60	15,59	14,86	15,11	14,75	14,13	14,90	13,64	15,49
14,19	16,28	14,29	12,57	12,76	16,64	16,69	17,18	17,15

14,30

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 15,0602 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,8556 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,9090 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier D*

67,54	66,38	63,02	63,89	64,53	64,25	64,20	65,07	63,03
67,78	65,84	67,76	64,54	65,52	64,05	66,59	64,23	65,09
62,21	68,11	61,02	65,28	63,26	63,95	65,68	64,28	63,73
65,51	65,89	63,57	62,44	66,56	64,31	66,08	66,85	67,57
63,86	64,52	64,60	64,54	66,83	64,54	64,41	65,99	66,96
65,65	63,48	65,43	65,63	66,11	64,50	66,20	64,84	67,27
66,49	65,56	66,73	64,20	62,30	64,26	67,37	63,04	66,04
64,28	67,73	64,78	62,77	65,96	68,38	67,10	64,10	67,18
60,91	63,47	63,92	64,48	63,20	65,47	64,85	63,55	67,58
65,01	65,95	65,78	67,54	66,98	64,89	66,61	64,63	66,40
67,62								

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 65,1877 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,6266 \end{aligned}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 1,0631$$

Tabel 4.16 Pengumpulan Data *Elongation Supplier D*

74,22	76,35	73,88	72,80	77,01	72,83	78,18	77,56	76,88
77,77	78,52	76,09	74,22	74,63	73,69	74,71	77,16	76,18
73,43	74,47	76,07	72,51	76,49	74,76	75,53	75,52	75,15
76,37	75,95	74,51	76,87	72,45	74,77	75,74	78,58	71,51
78,09	74,60	76,66	77,00	77,48	73,37	74,79	74,46	76,22
72,73	77,15	76,45	75,43	74,33	77,89	76,03	74,92	75,38
76,85	75,24	74,78	75,49	76,06	77,29	73,57	75,67	70,59
74,24	75,67	75,32	76,60	78,86	74,89	73,55	75,13	77,19
76,08	73,69	76,78	76,51	76,19	73,97	74,84	75,12	75,83
78,27	75,17	75,79	72,41	74,65	77,86	77,13	78,08	78,17
73,40								

$$\text{Mean} = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 75,5304$$

$$\text{Standar Deviasi} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,7146$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 1,0752$$

Untuk *supplier D*, indeks kapabilitas menunjukkan memadai (*capable*) pada karakteristik kualitas *bursting*, *tensile strength*, dan *elongation* dengan nilai 1,1393; 1,0631; 1,0752. Sedangkan untuk *tear strength* dengan indeks kapabilitas 0,9090 menunjukkan proses tidak memadai (*inadequate*).

4.3.5 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier E*

Gambaran umum *supplier E* berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Bandung, Jawa Barat

2. Kapasitas produksi : 7 juta square feet/tahun

Tabel 4.17 Pengumpulan Data *Bursting Supplier E*

25,64	21,72	27,30	27,41	21,77	23,14	21,66	27,46	27,35
27,62	28,35	26,21	27,50	25,79	21,75	24,01	18,72	23,22
22,83	26,64	27,74	27,95	28,16	25,49	28,05	27,91	23,68
25,94	23,67	25,93	25,40	25,35	25,11	24,46	28,52	25,53
22,20	23,27	24,49	25,44	25,66	23,32	23,29	26,92	27,64
25,24	28,20	22,01	28,83	28,15	25,70	28,99	26,59	24,04
28,98	26,26	27,32	23,42	21,54	24,26	27,69	25,19	21,55
23,09	24,63	26,79	22,57	24,49	26,19	25,92	24,57	26,92
24,06	23,67	24,42	28,81	25,86	22,70	25,93	25,36	27,45
24,35	21,25	21,74	29,11	21,13	25,93	24,74	26,04	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 25,2684 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,2883 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,7674 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier E*

9,53	12,22	12,49	18,69	18,40	19,28	16,26	13,44	13,79
16,47	13,94	14,56	11,27	14,66	13,20	16,42	17,46	13,01
11,30	17,61	17,50	18,33	11,61	12,32	13,23	15,56	12,94
10,33	14,31	12,70	16,74	13,95	14,37	16,60	15,37	11,32
14,52	17,28	13,24	14,61	10,07	15,13	17,27	14,53	15,51
12,85	13,85	14,72	7,96	12,09	14,84	13,48	16,05	17,60
17,31	18,11	18,40	12,66	16,32	17,94	15,18	16,84	13,96
17,30	12,77	17,01	17,48	15,56	14,17	14,56	12,22	10,66
18,31	13,11	16,51	16,05	10,37	18,25	15,23	15,08	16,60

14,70 16,69 18,56 14,43 13,21 12,69 19,04 14,07

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 14,8104 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,4709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,6489 \end{aligned}$$

Tabel 4.19 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier E*

65,45	59,96	67,48	68,84	66,56	63,54	66,14	68,60	62,98
64,26	70,26	69,29	63,67	69,21	69,65	67,45	65,25	66,90
66,22	68,41	68,77	67,55	62,17	61,84	66,36	63,34	70,40
64,55	69,47	67,72	68,45	66,42	67,27	67,13	62,89	63,15
67,05	66,25	65,18	64,32	61,96	64,58	60,70	63,41	62,92
68,01	60,58	69,70	70,03	64,74	65,81	70,46	66,81	66,44
62,71	65,36	58,90	68,30	68,31	66,01	65,04	66,09	63,70
63,15	65,98	64,22	67,21	65,30	69,14	65,66	65,30	63,52
63,70	64,58	66,79	65,28	61,96	60,38	68,16	66,86	63,93
66,05	64,51	67,94	66,22	69,07	67,36	64,47	66,93	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 65,7825 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,6024 \end{aligned}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,7407$$

Tabel 4.20 Pengumpulan Data *Elongation Supplier E*

72,34	72,84	76,50	75,26	75,35	74,27	74,52	73,98	76,86
75,69	74,37	77,78	76,99	74,51	72,77	71,85	77,56	74,39
76,85	71,52	79,23	78,90	76,44	79,86	74,77	71,77	78,35
74,19	74,93	70,74	75,72	74,31	74,97	70,52	75,60	74,34
75,13	74,76	76,88	74,76	72,95	74,80	75,53	73,07	70,29
74,55	74,07	77,39	74,64	74,39	73,95	76,07	78,13	77,71
76,48	77,45	76,05	70,72	75,93	76,98	72,90	76,07	71,31
76,56	76,12	78,32	77,32	74,34	75,58	77,95	69,83	75,21
80,18	74,83	72,52	76,69	74,85	71,25	76,14	74,06	76,52
79,11	77,81	77,02	79,44	73,87	73,10	76,51	78,62	

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 75,2534$$

$$Standar\ Deviasi = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,3283$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,7521$$

Pada *supplier E*, indeks kapabilitas *bursting*, *tear strength*, *tensile strength* dan *elongation* dengan nilai 0,7674; 0,6489; 0,7407; 0,7521 menunjukkan proses tidak memadai (*inadequate*).

4.3.6 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier F*

Gambaran umum *supplier F* berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Bogor, Jawa Barat
2. Kapasitas produksi : 5 juta square feet/tahun

Tabel 4.21 Pengumpulan Data *Bursting Supplier F*

25,53	23,86	21,43	23,22	21,26	22,55	19,41	22,53	24,94
18,20	25,12	20,87	19,08	23,81	22,15	24,74	21,93	23,51
22,29	20,42	20,72	20,29	22,97	23,87	21,96	17,99	21,79
22,83	22,15	21,27	20,22	26,12	21,22	21,25	23,24	20,13
25,58	22,02	24,59	20,72	23,58	23,09	24,12	22,55	23,62
24,69	23,69	22,49	21,36	26,97	22,76	26,60	19,63	19,28
25,51	19,84	22,60	23,27	23,53	22,99	22,89	19,95	19,26
22,12	21,98	24,66	23,80	23,65	23,62	25,35	23,43	23,14
22,73	24,31	22,86	19,93	24,93	23,58	23,67	24,43	23,30
20,86	25,24	25,83	24,92	22,01	24,32	22,57	23,03	24,85
22,71	20,68	24,26	24,28	18,62				

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 22,7128 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,9625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,4608 \end{aligned}$$

Tabel 4.22 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier F*

11,77	9,70	10,82	9,30	6,72	13,75	10,04	8,48	9,73
15,90	14,36	10,15	10,09	8,11	11,54	11,14	14,95	6,92
11,95	12,24	13,58	12,27	12,81	9,02	11,87	12,07	11,68
11,14	11,37	12,21	11,12	13,73	12,81	10,20	10,50	13,37
15,02	11,13	7,47	15,59	10,44	11,07	14,34	14,15	15,70
12,03	13,87	7,64	8,29	10,13	10,72	11,46	11,55	14,16
11,33	11,81	11,89	7,76	10,99	11,85	12,50	12,89	11,48

14,20	8,76	13,76	12,52	11,96	11,36	13,74	12,27	14,20
11,41	13,44	13,20	13,40	7,55	6,86	11,19	13,71	11,28
11,85	15,63	8,66	10,64	11,43	12,71	11,05	10,12	13,31
8,73	13,08	14,26	8,97	9,11				

$$\text{Mean} = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 11,5687$$

$$\text{Standar Deviasi} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,1661$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,2414$$

Tabel 4.23 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier F*

64,45	62,41	60,63	60,15	61,86	64,11	62,05	64,28	63,15
59,66	66,22	63,21	66,66	62,90	61,94	62,75	61,15	64,41
63,39	62,44	62,36	61,01	62,97	66,71	64,22	66,48	62,72
62,84	60,28	65,56	61,91	61,29	61,21	62,70	62,23	63,36
63,22	60,37	63,84	62,61	61,88	58,24	61,08	58,45	61,03
61,55	63,03	60,58	62,70	62,39	58,64	66,48	66,55	60,89
59,06	64,38	60,58	59,10	62,89	63,09	62,42	60,7	56,81
65,74	62,20	59,75	64,38	61,33	64,93	61,74	57,03	66,77
63,37	61,82	66,06	60,80	62,07	60,51	63,38	60,43	62,12
61,06	63,87	65,19	62,94	61,64	63,53	63,05	65,49	66,53
62,80	66,64	64,98	64,37	61,96				

$$\text{Mean} = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 62,5969$$

$$\text{Standar Deviasi} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,2122$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,3913$$

Tabel 4.24 Pengumpulan Data *Elongation Supplier F*

74,44	70,44	69,09	70,55	72,12	69,91	69,67	70,72	70,32
71,50	69,85	74,24	72,42	68,85	73,35	71,92	71,55	71,83
73,97	73,46	73,6	74,23	68,86	73,50	73,04	74,16	73,23
72,11	71,17	71,46	70,51	72,15	71,91	71,67	71,07	70,87
71,81	74,09	73,47	70,45	72,01	70,38	71,95	72,71	71,39
72,17	73,41	73,08	72,05	71,57	71,88	73,09	71,13	72,50
70,94	71,51	74,22	72,03	72,73	68,12	71,46	67,94	72,29
71,11	70,68	69,68	70,47	69,98	71,77	70,1	72,45	72,85
71,35	71,65	72,95	73,29	71,76	71,61	71,52	72,81	74,13
69,98	69,03	66,86	72,41	69,27	73,23	72,43	69,34	72,69
69,63	72,03	72,57	68,85	73,45				

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 71,6426$$

$$Standar Deviasi = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,5985$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,3425$$

Pada *supplier F*, indeks kapabilitas untuk keempat karakteristik kualitas menunjukkan nilai 0,4608; 0,2414; 0,3913; 0,3425. Nilai dari keempat karakteristik kualitas tersebut kurang dari 1 (satu) maka proses tersebut dikatakan tidak memadai (*inadequate*).

4.3.7 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier G*

Gambaran umum *supplier G* berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Demak, Jawa Tengah
2. Kapasitas produksi : 2 juta square feet/tahun

Tabel 4.25 Pengumpulan Data *Bursting Supplier G*

26,69	23,23	21,55	24,13	22,51	25,35	24,94	23,41	27,92
27,56	27,37	23,25	25,68	22,97	27,10	27,65	27,99	18,78
30,19	24,37	20,91	23,61	20,13	26,08	27,76	22,36	24,29
29,58	26,23	25,44	24,77	26,12	28,95	25,57	21,87	27,26
28,71	20,70	29,46	22,13	27,54	24,07	29,41	21,39	27,66
24,75	17,31	21,55	22,98	25,92	25,75	26,38	27,54	21,94
15,21	26,95	23,83	28,32	25,71	23,32	24,64	22,56	23,21
26,13	26,98	25,08	30,73	24,47	26,25	21,84	24,94	18,72
23,37	19,36	19,66	26,12	28,26	26,08	22,60	22,88	22,44
26,70	27,67	20,46	27,19	20,70	24,79	26,37	24,71	26,19
20,69	24,11	18,46	25,66					

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 24,5970 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 3,0563 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,5014 \end{aligned}$$

Tabel 4.26 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier G*

17,88	8,88	14,80	9,25	18,92	13,06	11,66	13,23	13,91
16,91	17,58	7,63	19,39	19,50	9,84	14,10	14,46	16,20
14,11	15,97	11,25	15,59	17,95	8,91	19,08	12,39	12,07
10,96	10,65	13,85	14,64	5,06	18,61	11,66	14,50	16,60
17,50	11,06	12,95	17,61	9,43	16,73	13,25	18,19	12,77
13,27	8,51	12,50	13,99	12,47	16,17	13,18	18,08	9,20
11,95	6,22	18,62	15,20	15,45	9,45	12,33	12,20	18,32
14,31	12,80	11,50	19,74	12,64	14,22	16,05	17,81	9,56

18,35	15,55	14,58	13,57	18,66	12,99	10,03	13,03	18,12
17,70	15,03	14,28	13,30	12,53	9,08	15,54	16,90	12,64
17,76	13,58	9,66	19,21					

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 14,0252 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 3,3337 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,4025 \end{aligned}$$

Tabel 4.27 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier G*

68,45	66,21	65,34	60,49	65,89	61,03	65,68	57,58	65,13
62,54	63,72	63,60	63,04	62,99	64,04	61,49	70,12	60,78
57,59	63,67	65,82	59,67	64,79	60,56	60,22	67,16	59,13
55,44	60,65	66,37	64,19	67,82	68,22	64,95	61,96	65,64
63,48	65,54	66,14	64,50	61,43	63,78	70,11	69,94	70,05
68,69	66,51	64,49	66,46	58,81	62,49	59,92	59,17	65,84
64,58	66,72	58,37	62,60	62,67	66,09	67,21	57,03	62,04
63,08	66,95	69,85	66,16	62,49	67,10	66,01	65,17	66,31
61,76	64,84	62,61	63,99	63,77	63,37	66,32	65,55	66,57
67,58	64,21	64,59	54,72	65,93	61,02	65,94	70,27	65,67
63,77	68,34	62,19	61,59					

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 64,0888 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 3,3252$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,4099$$

Tabel 4.28 Pengumpulan Data *Elongation Supplier G*

76,42	78,91	74,97	77,63	75,79	70,64	77,02	76,82	75,54
73,54	77,54	76,28	72,46	76,29	72,01	79,65	78,72	76,11
79,89	75,83	74,25	73,84	75,52	75,68	78,53	77,53	75,52
74,57	76,88	72,07	79,60	79,87	78,46	77,24	72,68	75,94
76,92	75,40	78,43	72,63	79,65	74,41	77,35	72,03	78,68
75,12	74,94	75,37	74,63	79,84	72,57	72,15	78,86	76,81
73,59	77,99	77,58	76,06	76,76	74,62	73,04	77,50	73,93
78,09	78,89	75,95	76,52	74,15	77,01	78,40	73,01	74,14
77,58	78,05	73,97	72,95	76,19	70,94	78,37	71,49	77,62
68,43	77,64	75,79	78,07	78,07	70,05	72,95	79,13	75,88
74,13	77,12	74,51	75,52					

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 75,8267$$

$$Standar\ Deviasi = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,4946$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,7786$$

Untuk *supplier G*, proses menunjukkan tidak memadai (*inadequate*) karena indeks kapabilitas *bursting*, *tear strength*, *tensile strength* dan *elongation* dibawah 1 (satu) dengan nilai 0,5014; 0,4025; 0,4099; 0,7786.

4.3.8 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier H*

Gambaran umum *supplier H* berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Probolinggo, Jawa Timur
2. Kapasitas produksi : 3 juta square feet/tahun

Tabel 4.29 Pengumpulan Data *Bursting Supplier H*

25,29	24,61	20,94	21,08	18,41	21,74	22,55	19,21	21,35
24,62	22,62	22,08	20,85	20,27	19,50	20,67	21,85	25,04
24,38	20,28	21,37	20,69	20,42	23,66	20,81	21,93	19,21
21,91	22,69	23,34	24,19	26,20	19,03	22,08	26,47	22,18
22,89	23,38	19,97	25,26	24,16	21,75	25,94	21,70	19,18
22,52	21,03	21,47	24,11	24,58	19,62	24,79	20,71	25,26
25,18	23,62	22,02	21,41	20,13	23,62	23,78	24,22	23,19
22,72	22,94	20,78	25,90	21,82	23,11	20,69	20,24	
23,61	26,08	22,89	19,08	25,82	23,01	20,86	23,86	
21,13	19,72	23,10	20,27	26,05	23,74	22,67	23,48	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 22,4434 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,0165 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,4039 \end{aligned}$$

Tabel 4.30 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier H*

13,07	12,05	12,74	12,18	16,87	12,06	14,70	7,78	10,52
12,09	11,85	11,74	13,16	14,87	12,74	7,89	15,03	8,80
13,79	13,80	11,95	13,61	12,46	16,18	12,06	16,57	11,31
16,63	11,52	15,33	10,19	17,06	10,74	16,24	12,68	13,02
9,77	7,95	10,95	15,36	11,66	10,51	11,20	15,44	16,99
10,76	13,05	9,37	12,76	16,31	11,21	10,15	11,85	11,18
11,44	16,56	15,51	12,74	16,45	14,53	12,80	11,53	12,70

9,79	15,99	13,21	14,64	14,70	8,57	13,65	10,28
15,85	12,25	9,95	8,74	12,01	14,12	13,42	17,06
13,58	13,02	13,80	12,07	10,10	15,57	10,03	17,09

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 12,8218 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,4316 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,3868 \end{aligned}$$

Tabel 4.31 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier H*

63,26	64,07	60,65	65,41	60,23	63,68	58,24	65,63	59,75
62,17	64,99	63,15	62,70	61,30	62,13	66,71	59,93	64,99
58,64	61,63	62,69	62,88	65,04	60,46	64,36	65,96	61,28
56,58	67,16	65,73	59,91	61,42	63,85	63,23	57,63	65,62
60,10	63,76	62,64	62,47	62,61	66,17	62,96	61,94	60,72
61,17	64,48	59,19	65,03	62,87	62,56	63,65	64,13	63,79
58,73	58,53	65,32	60,66	62,63	62,35	62,34	63,04	63,32
64,76	65,52	60,50	62,14	63,15	62,64	63,21	58,99	
63,71	63,75	60,46	64,35	65,23	55,71	60,92	59,72	
62,95	57,58	63,13	57,94	61,92	64,59	58,13	63,08	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 62,3483 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 2,4580 \end{aligned}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,3185$$

Tabel 4.32 Pengumpulan Data *Elongation Supplier H*

73,38	74,38	75,59	75,71	72,35	69,68	74,28	72,25	71,04
69,25	70,24	72,23	75,15	69,80	73,91	72,53	72,92	69,03
69,88	73,96	73,22	71,40	72,76	73,53	72,46	69,25	73,96
73,06	73,16	71,56	71,87	75,92	72,19	75,16	69,93	71,67
71,59	73,57	74,60	71,93	72,86	72,43	74,15	71,85	75,12
71,30	75,91	70,63	74,83	74,28	73,78	72,38	75,99	73,85
71,02	70,16	72,75	73,12	71,70	71,31	74,80	69,86	71,80
75,49	72,94	72,86	72,38	69,94	68,55	71,56	71,42	
75,57	73,40	70,64	75,86	74,76	74,94	74,66	73,61	
73,24	73,17	71,64	74,08	73,41	71,29	71,24	74,37	

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 72,7270$$

$$Standar Deviasi = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,8604$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,4886$$

Pada *supplier H*, indeks kapabilitas *bursting*, *tear strength*, *tensile strength* dan *elongation* dengan nilai 0,4039; 0,3868; 0,3185; 0,4886 menunjukkan proses tidak memadai (*inadequate*) karena indeks kapabilitas kurang dari 1 (satu).

4.3.9 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas *Supplier I*

Gambaran umum *supplier* I berdasarkan lokasi, lama kerjasama dan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi : Magelang, Jawa Tengah
2. Kapasitas produksi : 15 juta square feet/tahun

Tabel 4.33 Pengumpulan Data *Bursting Supplier* I

25,40	26,13	25,66	24,72	26,14	28,72	27,70	25,22	25,32
28,80	27,40	29,18	28,84	23,95	23,86	27,43	27,32	25,67
27,34	25,42	25,40	24,29	23,89	27,96	27,55	25,78	24,82
25,17	26,55	24,41	29,09	29,42	25,49	25,43	24,73	27,37
25,85	26,88	26,04	26,56	28,12	27,55	22,94	23,80	27,10
26,04	25,51	29,96	24,33	27,49	24,68	27,26	24,64	
30,01	26,07	24,82	22,95	23,54	28,44	26,77	27,70	
26,61	29,19	26,35	24,97	28,98	26,67	28,48	27,35	
25,63	25,89	28,34	27,71	27,67	26,73	26,64	24,22	
23,24	26,58	27,66	25,42	26,92	24,68	26,38	24,77	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \\ &= 26,3494 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,6965 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 1,2476 \end{aligned}$$

Tabel 4.34 Pengumpulan Data *Tear Strength Supplier* I

14,78	15,35	18,40	13,04	15,54	14,83	13,65	17,75	18,18
16,50	14,18	13,62	15,20	16,07	9,83	15,90	13,99	14,64
14,64	15,71	14,70	14,00	14,39	12,93	14,25	17,40	16,59
12,53	13,94	15,92	15,70	17,62	16,74	12,59	16,67	17,57
16,60	13,37	16,41	12,27	12,34	16,43	15,07	18,47	18,02

13,56	15,84	17,07	17,98	14,06	14,86	13,07	13,01
17,70	16,01	16,84	14,86	14,20	14,50	17,25	15,76
11,58	17,78	13,83	16,93	14,94	14,26	13,30	12,30
13,50	17,34	14,15	12,49	12,14	15,37	12,85	15,41
15,03	16,67	15,82	12,15	14,17	13,98	15,45	18,19

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 15,0649 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,8681 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pl} &= \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\ &= 0,9038 \end{aligned}$$

Tabel 4.35 Pengumpulan Data *Tensile Strength Supplier I*

67,43	65,44	68,48	66,04	66,63	62,19	65,33	62,24	64,23
65,80	62,50	67,15	66,96	66,49	68,34	67,14	68,11	68,18
63,42	64,05	63,60	64,25	65,72	63,82	63,47	64,30	68,14
61,59	65,13	64,51	61,94	66,20	66,41	60,25	66,32	66,60
62,55	61,47	66,52	66,52	63,64	66,70	67,35	64,81	64,53
64,65	67,03	65,89	63,02	64,30	65,09	66,03	66,99	
64,13	67,61	63,25	63,58	60,87	66,62	65,03	68,42	
63,54	65,98	64,30	66,90	67,52	67,53	65,79	64,95	
66,67	66,98	65,82	66,04	68,42	62,38	63,37	64,38	
66,22	66,03	62,78	66,79	65,89	62,91	64,96	67,78	

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n} \\ &= 65,2815 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,9606$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 0,8979$$

Tabel 4.36 Pengumpulan Data *Elongation Supplier I*

78,86	76,80	75,60	74,92	72,20	76,43	76,02	76,16	76,14
78,34	77,54	75,73	74,25	76,26	77,51	74,39	77,32	74,32
74,16	75,38	76,70	76,23	75,93	75,97	74,15	77,66	74,12
75,39	75,98	74,72	75,32	75,48	76,16	77,67	78,41	76,63
76,37	77,34	74,32	74,61	75,00	76,61	76,74	73,43	76,45
75,95	77,81	75,95	76,68	74,87	76,12	76,66	76,11	
78,26	76,57	76,23	76,03	78,01	74,02	74,77	76,59	
73,96	77,91	71,85	73,82	78,60	74,93	77,56	77,11	
76,68	75,80	77,14	75,04	75,33	78,07	74,81	77,32	
72,19	77,23	71,82	77,27	76,51	78,97	75,93	73,01	

$$Mean = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{n}$$

$$= 75,9436$$

$$Standar Deviasi = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(x - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,5892$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$= 1,2467$$

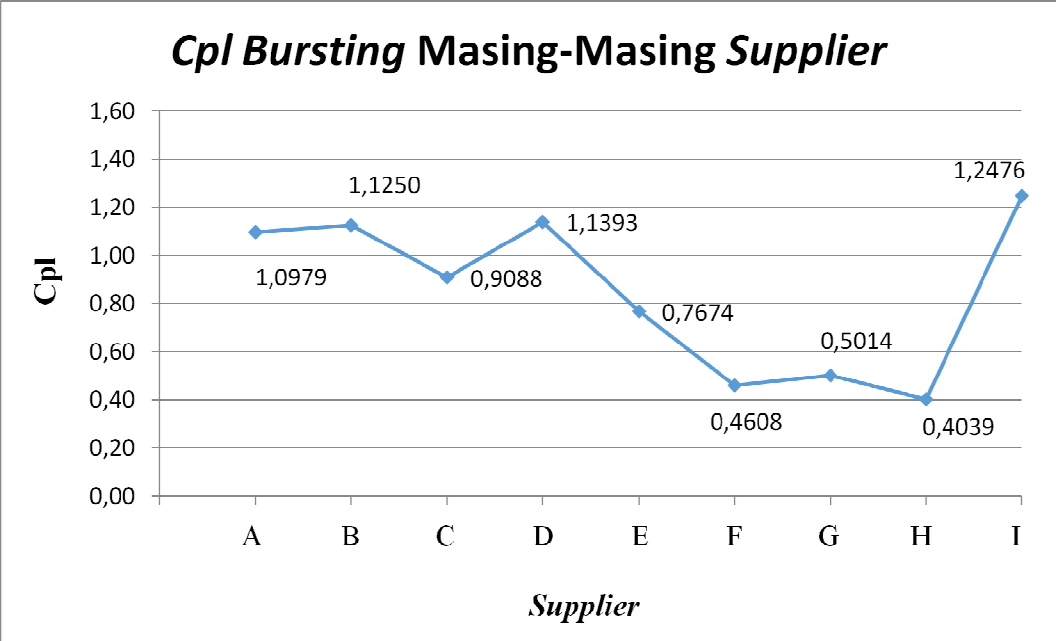
Pada *supplier I*, indeks kapabilitas *bursting* dan *elongation* mempunyai nilai 1,2476 dan 1,2467 menunjukkan proses *capable*. Sedangkan indeks kapabilitas *tear strength* dan *tensile strength* mempunyai nilai 0,9038 dan 0,8979 menunjukkan proses *inadequate*.

4.3.10 Rekapitulasi Perhitungan Data Semua *Supplier*

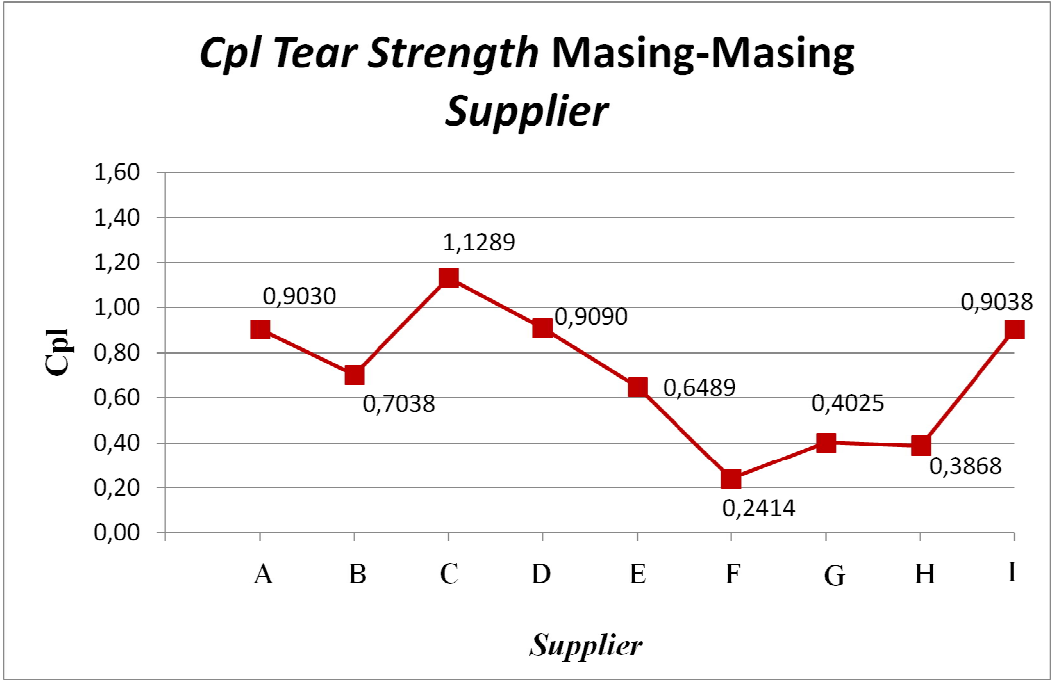
Pada tabel 4.37 disajikan rekapitulasi perhitungan data dari masing-masing *supplier* meliputi *mean*, standar deviasi dan C_{pl} .

Tabel 4.37 Rekapitulasi perhitungan masing-masing *supplier*

		<i>Bursting</i>	<i>Tear Strength</i>	<i>Tensile Strength</i>	<i>Elongation</i>
<i>Supplier A</i>	<i>Mean</i>	26,7793	15,6115	65,4814	76,6703
	<i>Std Deviasi</i>	2,0583	2,0713	1,8879	2,1491
	C_{pl}	1,0979	0,9030	0,9678	1,0346
<i>Supplier B</i>	<i>Mean</i>	30,6473	15,7801	66,5188	75,5352
	<i>Std Deviasi</i>	3,1547	2,7377	3,3919	1,2899
	C_{pl}	1,1250	0,7038	0,6406	1,4304
<i>Supplier C</i>	<i>Mean</i>	28,2695	14,4191	66,4974	75,2155
	<i>Std Deviasi</i>	3,0332	1,3049	3,4854	1,1737
	C_{pl}	0,9088	1,1289	0,6214	1,4812
<i>Supplier D</i>	<i>Mean</i>	26,3590	15,0602	65,1877	75,5304
	<i>Std Deviasi</i>	1,8605	1,8556	1,6266	1,7146
	C_{pl}	1,1393	0,9090	1,0631	1,0752
<i>Supplier E</i>	<i>Mean</i>	25,2684	14,8104	65,7825	75,2534
	<i>Std Deviasi</i>	2,2883	2,4709	2,6024	2,3283
	C_{pl}	0,7674	0,6489	0,7407	0,7521
<i>Supplier F</i>	<i>Mean</i>	22,7128	11,5687	62,5969	71,6426
	<i>Std Deviasi</i>	1,9625	2,1661	2,2122	1,5985
	C_{pl}	0,4608	0,2414	0,3913	0,3425
<i>Supplier G</i>	<i>Mean</i>	24,5970	14,0252	64,0888	75,8267
	<i>Std Deviasi</i>	3,0563	3,3337	3,3252	2,4946
	C_{pl}	0,5014	0,4025	0,4099	0,7786
<i>Supplier H</i>	<i>Mean</i>	22,4434	12,8218	62,3483	72,7270
	<i>Std Deviasi</i>	2,0165	2,4316	2,4580	1,8604
	C_{pl}	0,4039	0,3868	0,3185	0,4886
<i>Supplier I</i>	<i>Mean</i>	26,3494	15,0649	65,2815	75,9436
	<i>Std Deviasi</i>	1,6965	1,8681	1,9606	1,5892
	C_{pl}	1,2476	0,9038	0,8979	1,2467

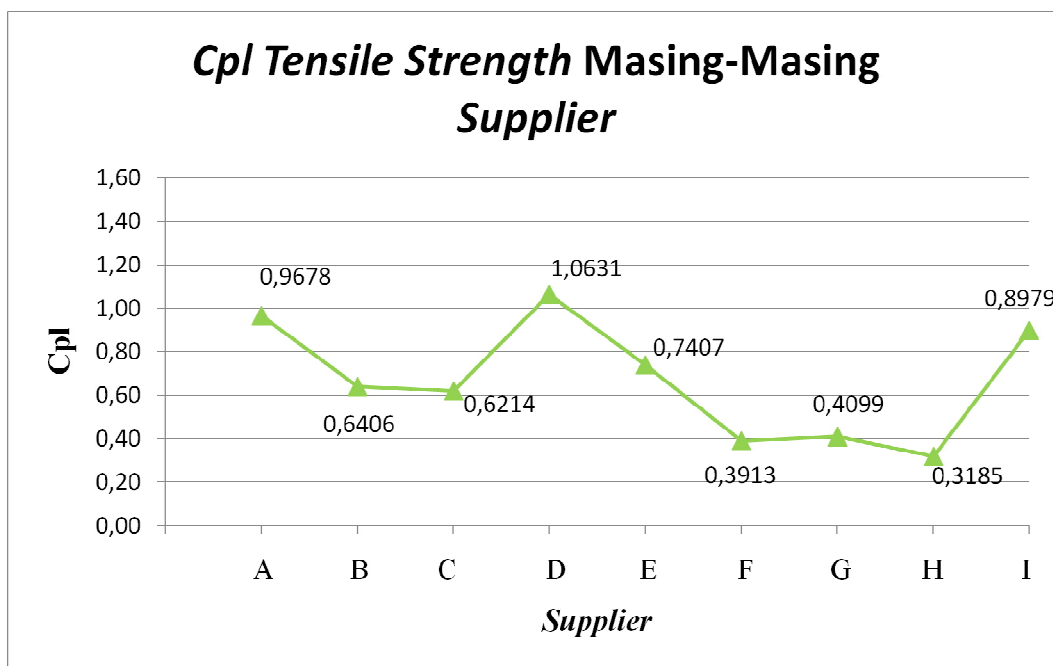


Gambar 4.14 Grafik C_{pl} masing- masing *Supplier* untuk Karakteristik Kualitas *Bursting*

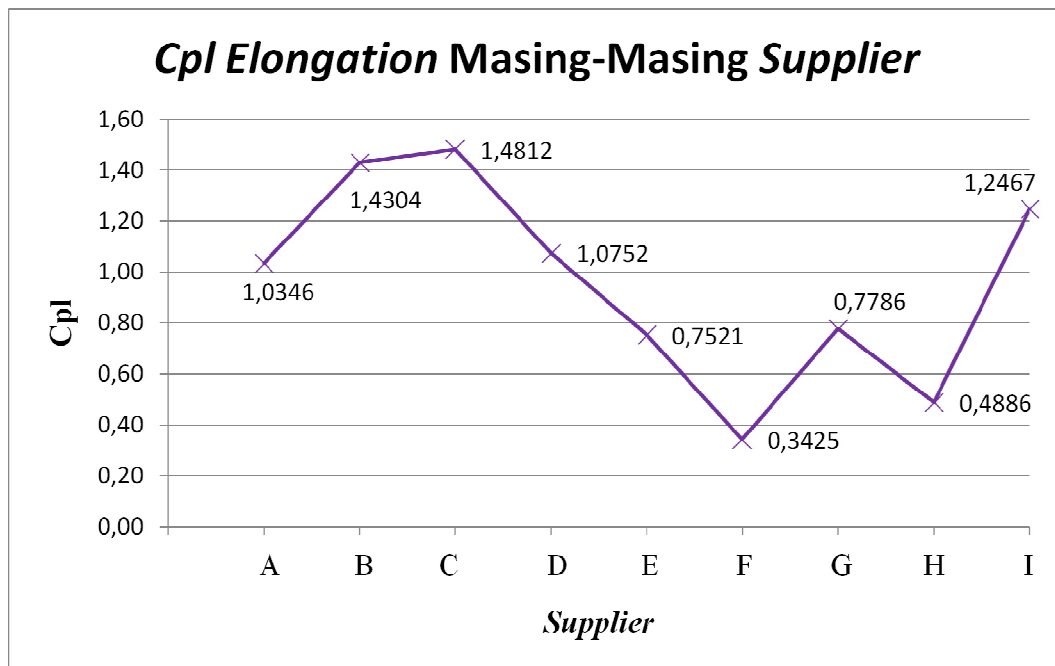


Gambar 4.15 Grafik C_{pl} masing- masing *Supplier* untuk Karakteristik Kualitas *Tear Strength*

Dalam gambar 4.14 menunjukkan nilai C_{pl} tertinggi pada karakteristik kualitas *bursting* pada *supplier* I dengan nilai 1,2476 sedangkan untuk nilai C_{pl} terendah pada *supplier* H dengan nilai 0,4039. Kemudian pada gambar 4.15 menunjukkan nilai C_{pl} tertinggi pada karakteristik kualitas *tear strength* pada *supplier* C dengan nilai 1,1289 sedangkan untuk nilai terendah pada *supplier* F dengan nilai 0,2414.



Gambar 4.16 Grafik C_{pl} masing- masing *Supplier* untuk Karakteristik Kualitas *Tensile Strength*



Gambar 4.17 Grafik C_{pl} masing- masing *Supplier* untuk Karakteristik Kualitas *Elongation*

Untuk karakteristik kualitas *tensile strength* pada gambar 4.16, nilai C_{pl} tertinggi pada *supplier* D dengan nilai 1,0631 sedangkan untuk nilai C_{pl} terendah pada *supplier* H dengan nilai 0,3185. Kemudian pada gambar 4.17 menunjukkan karakteristik kualitas *elongation*, nilai C_{pl} tertinggi pada *supplier* C dengan nilai 1,4812 sedangkan untuk nilai C_{pl} terendah pada *supplier* F dengan nilai 0,3425.

4.3.11 Perhitungan Data Indeks Kapabilitas untuk *Multiple Characteristic*

Pada bagian ini dilakukan perhitungan untuk masing-masing *supplier* untuk *multiple characteristic*. Perhitungan data meliputi data C_{pl} masing-masing karakteristik kualitas untuk semua *supplier*.

1. *Supplier* A

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 1,0979; *Tear Strength* = 0,9030; *Tensile Strength* = 0,9678; *Elongation* = 1,0346

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,8251$$

2. Supplier B

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 1,1250; *Tear Strength* = 0,7038;
Tensile Strength = 0,6406; *Elongation* = 1,4304

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,5666$$

3. Supplier C

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 0,9088; *Tear Strength* = 1,1289;
Tensile Strength = 0,6214; *Elongation* = 1,4812

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,6057$$

4. Supplier D

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 1,1393; *Tear Strength* = 0,9090;
Tensile Strength = 1,0631; *Elongation* = 1,0752

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,8621$$

5. Supplier E

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 0,7674; *Tear Strength* = 0,6489;
Tensile Strength = 0,7407; *Elongation* = 0,7521

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,5175$$

6. Supplier F

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 0,4608; *Tear Strength* = 0,2414;
Tensile Strength = 0,3913; *Elongation* = 0,3425

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,0196$$

7. Supplier G

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 0,5014; *Tear Strength* = 0,4025;
Tensile Strength = 0,4099; *Elongation* = 0,7786

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,2041$$

8. Supplier H

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 0,4039; *Tear Strength* = 0,3868;
Tensile Strength = 0,3185; *Elongation* = 0,4886

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,0844$$

9. Supplier I

Data C_{pl} adalah sebagai berikut: *Bursting* = 1,2476; *Tear Strength* = 0,9038;
Tensile Strength = 0,8979; *Elongation* = 1,2467

$$C_{pl}^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \prod_{j=1}^v \phi(3C_{plj}) \right\}$$

$$= 0,8181$$

Dari perhitungan indeks kapabilitas *multiple characteristic* dapat diperoleh rekapitulasi data sebagai berikut:

Tabel 4.38 Rekapitulasi Perhitungan C_{pl}^T Masing-Masing *Supplier*

<i>Supplier</i>	Nilai C_{pl}^T
A	0,8251
B	0,5666
C	0,6057
D	0,8621
E	0,5175
F	0,0196
G	0,2041
H	0,0844
I	0,8181

Dari tabel 4.38 diperoleh rekapitulasi data perhitungan C_{pl}^T dengan urutan nilai dari yang tertinggi sampai terendah yaitu *supplier* D, A, I, C, B, E, G, H, F. Dari data nilai C_{pl}^T di tabel 4.38 bisa dilihat *supplier* yang indeks kapabilitasnya paling baik sampai *supplier* yang memiliki nilai indeks kapabilitas yang kurang baik.

BAB 5

IDENTIFIKASI PENGEMBANGAN *SUPPLIER*

5.1 Pengelompokan *Supplier* Berdasarkan Indeks Kapabilitas

Pada bab sebelumnya telah dilakukan perhitungan indeks kapabilitas dari masing-masing *supplier* untuk setiap karakteristik kualitas dengan hasil sebagai berikut,

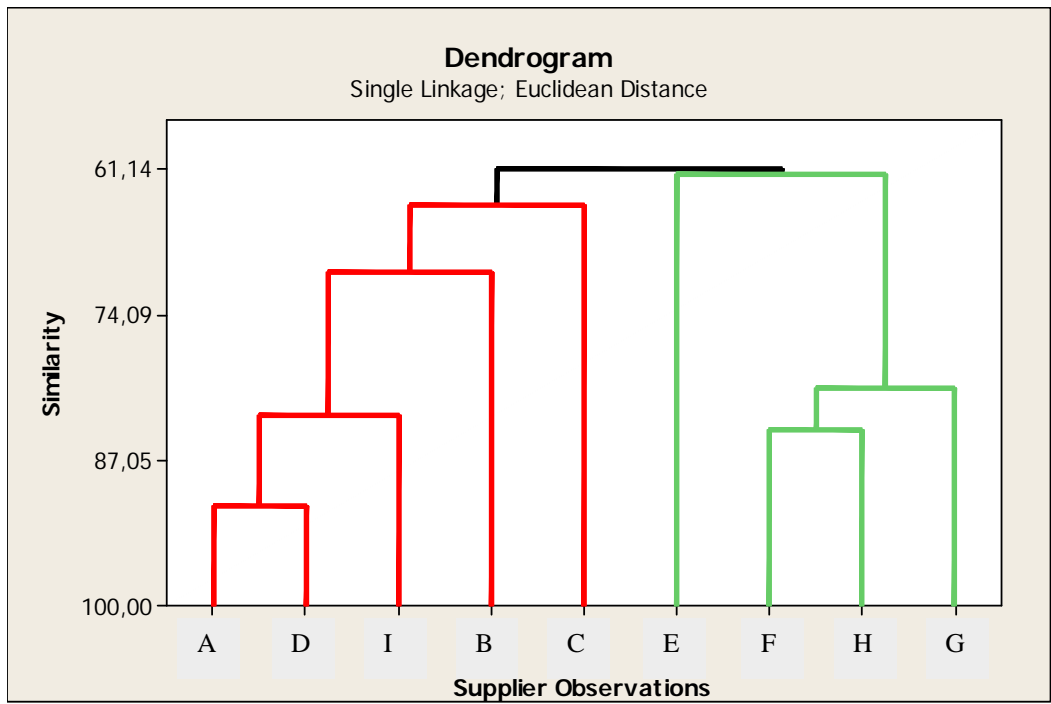
Tabel 5.1 Data perhitungan C_{pl} untuk masing-masing *supplier*

<i>Supplier</i>	<i>Bursting</i>	<i>Tear Strength</i>	<i>Tensile Strength</i>	<i>Elongation</i>
A	1,0979	0,9030	0,9678	1,0346
B	1,1250	0,7038	0,6406	1,4304
C	0,9088	1,1289	0,6214	1,4812
D	1,1393	0,9090	1,0631	1,0752
E	0,7674	0,6489	0,7407	0,7521
F	0,4608	0,2414	0,3913	0,3425
G	0,5014	0,4025	0,4099	0,7786
H	0,4039	0,3868	0,3185	0,4886
I	1,2476	0,9038	0,8979	1,2467

Dari data perhitungan C_{pl} pada tabel 5.1 kemudian dilakukan simulasi pengelompokan *supplier* menggunakan perangkat lunak minitab. Data keluaran minitab untuk *cluster observation* adalah sebagai berikut,

Gambar 5.1 Data keluaran minitab untuk *cluster observation*

Cluster Centroids			
Variable	Cluster1	Cluster2	Grand centroid
Bursting	1,10371	0,533377	0,850227
Tear	0,90969	0,419913	0,692009
Tensile	0,83816	0,465076	0,672347
Elongation	1,25360	0,590459	0,958871



Gambar 5.2 Dendrogram pengelompokan *supplier*

Pada simulasi pengelompokan *supplier* menggunakan perangkat lunak minitab, *supplier* dibagi menjadi 2 (dua) kelompok. Kelompok *supplier* dibagi menjadi dua karena sesuai pertimbangan dari *management representative* perusahaan. Pertimbangan tersebut didasarkan pada penunjukkan tim development untuk masing-masing kelompok *supplier* berdasarkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Hasil dari pembagian tersebut yaitu, kelompok pertama terdiri dari *supplier* A, *supplier* D, *supplier* I, *supplier* B, dan *supplier* C. Sedangkan untuk kelompok kedua terdiri dari *supplier* E, *supplier* F, *supplier* H, dan *supplier* G.

Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa karakteristik kualitas pada kelompok 1 (satu) lebih baik daripada kelompok 2 (dua) secara keseluruhan baik pada *bursting*, *tear strength*, *tensile strength*, dan *elongation*. Setelah dilakukan pengelompokan menjadi 2 (dua) kelompok, kemudian diusulkan untuk aktivitas *SRM* dengan mengacu pada penelitian (Tran, 2015).

5.2 Identifikasi Aktivitas Kelompok *Supplier* berdasarkan SRM

Berdasarkan pengelompokan *supplier* yang telah diperoleh, kelompok 1 (satu) terdiri dari *supplier A*, *supplier D*, *supplier I*, *supplier B*, dan *supplier C*. Sedangkan untuk kelompok 2 (dua) terdiri dari *supplier E*, *supplier F*, *supplier H*, dan *supplier G*. Kemudian menentukan aktivitas untuk masing-masing kelompok berdasarkan modifikasi dari aktivitas *Supplier Relationship Management* yang diusulkan oleh (Tran, 2015). Adapun aktivitas tersebut adalah sebagai berikut,

Tabel 5.2 Usulan aktivitas masing-masing kelompok *supplier* berdasarkan SRM

Aktivitas	Kelompok 1	Kelompok 2	Tool/Dokumen/ Data
Pengelompokan <i>Supplier</i>			Indeks Proses Kapabilitas
<i>Supplier Relationship Plan</i>	Durasi Waktu	Durasi Waktu	<i>Template</i> Program SRM (Penentuan rencana pertemuan dan menentukan siapa yang harus terlibat dalam pertemuan tersebut)
<i>Meeting dengan Supplier</i>	Durasi Waktu	Durasi Waktu	Laporan hasil <i>meeting</i>
Analisa Finansial	Setahun sekali	Setahun sekali	Laporan finansial tahunan dan <i>tool</i> analisa finansial
Negosiasi Harga	Durasi Waktu (mengacu harga kulit di pasaran yang berlaku)	Durasi Waktu (mengacu harga kulit di pasaran yang berlaku)	Surat Perjanjian, daftar harga kulit
<i>Sustainability Management</i>	Durasi Waktu	Durasi Waktu	Kuesioner
<i>Capability Measurement</i>	Durasi Waktu	Durasi Waktu	Data historis kualitas kulit
Manajemen Resiko	Berdasarkan indikasi dan penilaian risiko, mengatur risiko sesuai kebutuhan		<i>Tool Assesment</i> Resiko
Pengembangan <i>Supplier</i>	Berdasarkan data historis kualitas kulit		<i>Framework</i> Program Pengembangan <i>Supplier</i>
Komunikasi Internal			Meeting, transfer informasi antar bagian

Pentingnya *supplier relationship plan* yang digunakan dalam proses *SRM* karena akan mengatur bagaimana perusahaan dan *suppliernya* mempertahankan cara berkomunikasi dan mengatur pertemuannya lebih lanjut. Kemudian manajemen resiko juga sangat berpengaruh untuk memahami kemampuan *supplier* yang menyebabkan resiko yang paling tinggi dalam operasional perusahaan. Dalam hal ini terutama yang berpengaruh terhadap kualitas yaitu pada persiapan kulit mentah dan proses penyamakan kulit.

Pengembangan *supplier* merupakan suatu usaha dari perusahaan dan *suppliernya* secara bersama untuk meningkatkan kinerja dan kemampuan *suppliernya* dalam bidang kualitas, biaya, pengiriman, teknologi, kemampuan manajerial, dll. Komunikasi internal juga harus diperhatikan karena kesalahpahaman dapat terjadi di setiap bagian. Oleh karena, komunikasi internal yang baik dapat menyebabkan meningkatnya efisiensi pada kegiatan *SRM*.

Semua dokumen dan *tool*, metrik pengukuran dan analisis disarankan untuk disusun secara sistematis. Hal ini akan mempermudah setiap orang untuk mengikuti penggunaan *tool* dan *template* yang sama dalam menangani aktivitas *SRM*. Jika frekuensi aktivitas dengan *supplier* dalam kelompok yang berbeda dilakukan dengan baik, maka dapat mengurangi kesalahan kualitas dan membangun hubungan yang lebih baik daripada sebelumnya.

5.3 Identifikasi Strategi Pengembangan *Supplier*

Untuk meningkatkan kualitas produk yang dikirimkan *supplier* dan menjaga hubungan dengan *supplier* untuk jangka panjang, maka perlu adanya strategi untuk pengembangan *supplier*. Dari pengelompokan *supplier* yang telah dilakukan, terdapat 2 (dua) kelompok *supplier* berdasarkan indeks kapabilitas sebagai berikut:

Tabel 5.3 *Supplier* Kelompok 1

<i>Supplier</i>	<i>Bursting</i>	<i>Tear</i>	<i>Tensile</i>	<i>Elongation</i>
A	1,0979	0,9030	0,9678	1,0346
D	1,1393	0,9090	1,0631	1,0752
I	1,2476	0,9038	0,8979	1,2467
B	1,1250	0,7038	0,6406	1,4304
C	0,9088	1,1289	0,6214	1,4812

Tabel 5.4 *Supplier* Kelompok 2

<i>Supplier</i>	<i>Bursting</i>	<i>Tear</i>	<i>Tensile</i>	<i>Elongation</i>
E	0,7674	0,6489	0,7407	0,7521
F	0,4608	0,2414	0,3913	0,3425
H	0,4039	0,3868	0,3185	0,4886
G	0,5014	0,4025	0,4099	0,7786

Urutan dari indeks kapabilitas *supplier* untuk *multiple characteristic* C_{pl}^T sama dengan kelompok dengan indeks kapabilitas di masing-masing karakteristik *supplier*. Akan tetapi hanya dengan menentukan indeks kapabilitas C_{pl}^T , belum bisa diketahui jumlah anggota kelompok yang sesuai pada masing-masing kelompoknya. Oleh karena itu pengelompokan dilakukan menggunakan indeks C_{pl} dengan menggunakan software minitab untuk mengetahui anggota dari masing-masing kelompok. Dari kedua kelompok *supplier* tersebut kemudian dilakukan identifikasi untuk program pengembangan.

Sebelum melakukan identifikasi program pengembangan *supplier*, perlu diketahui terlebih dahulu kelebihan dan kelemahan masing-masing kelompok *supplier*, data ini diperoleh dari wawancara dengan *management representative* perusahaan sebagai berikut

1. Kelompok 1

Kelebihan:

- Sudah menggunakan teknologi yang baik dalam proses produksi/penyamakan
- Seleksi bahan baku dilakukan
- Kapasitas produksi besar
- Varian kulit yang dihasilkan banyak
- Implementasi sistem manajemen mutu
- Percobaan dilakukan
- Memiliki SDM spesialis penyamakan kulit tertentu

Kekurangan:

- Masih ada reject sedikit
- Hanya memiliki sebagian alat uji

2. Kelompok 2

Kelebihan:

- Percobaan dilakukan
- Pengujian dilakukan di luar

Kekurangan:

- Belum menggunakan teknologi yang baik dalam proses produksi/penyamakan
- Seleksi bahan baku tidak dilakukan
- Kapasitas produksi kecil
- Varian kulit yang dihasilkan sedikit
- Belum mengimplementasikan sistem manajemen mutu
- Belum memiliki alat uji
- SDM penyamakan mengejakan semua jenis kulit

Dari kelebihan dan kekurangan yang ada pada masing-masing kelompok *supplier*, lokasi dari *supplier* tidak berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Artinya semakin jauh atau semakin dekat jarak antara *supplier* dan perusahaan tidak berpengaruh terhadap produk yang dikirimkan. Kemudian untuk kapasitas produksi dari masing-masing kelompok *supplier*, kelompok *supplier 1* kapasitas produksinya cenderung lebih tinggi dari kelompok *supplier 2*. Analisisnya adalah semakin besar kapasitas produksi yang dihasilkan, hal itu disebabkan karena *supplier* dapat memenuhi ordernya baik dari segi kualitas sehingga menimbulkan kepuasan pelanggan yang meningkat dan mempunyai dampak positif yaitu permintaan meningkat pula. *Supplier* dengan permintaan yang tinggi akan menambah asetnya untuk memenuhi permintaan tersebut.

Kemudian usulan *framework* pengembangan *supplier* yang akan dikembangkan dari penelitian Krause dan Hanfield (1997). Penelitian Krause dan Hanfield (1997) mempunyai tahapan sebagai berikut:

1. *Identifikasi, Assess & Rationalize the Supply*

Kegiatannya antara lain: identifikasi strategi kebutuhan rantai pasokan, mencari *supplier* kompetitif, menetapkan metrik kinerja dan *assess suppliers, supply base rationalization*. Dari kegiatan tersebut mempunyai tujuan yaitu mendapatkan kumpulan dari pemasok yang potensial.

2. *Problem Solving Development*

Kegiatannya antara lain: *on-site risk assessment* oleh *cross-functional team*, pemecahan masalah untuk menghilangkan kekurangan *supplier*. Dari kegiatan tersebut mempunyai tujuan yaitu mendapatkan kumpulan dari pemasok yang potensial. Dari kegiatan tersebut mempunyai tujuan yaitu dapat memenuhi permintaan produksi.

3. *Proactive Development*

Kegiatannya antara lain: menetapkan hubungan terbuka melalui umpan balik dan berbagi informasi, pengembangan *supplier* sistematis melalui penggunaan aktivitas keterlibatan langsung seperti: insentif & reward dan peringatan & hukuman. Dari kegiatan tersebut mempunyai tujuan yaitu perbaikan terus-menerus yang mandiri.

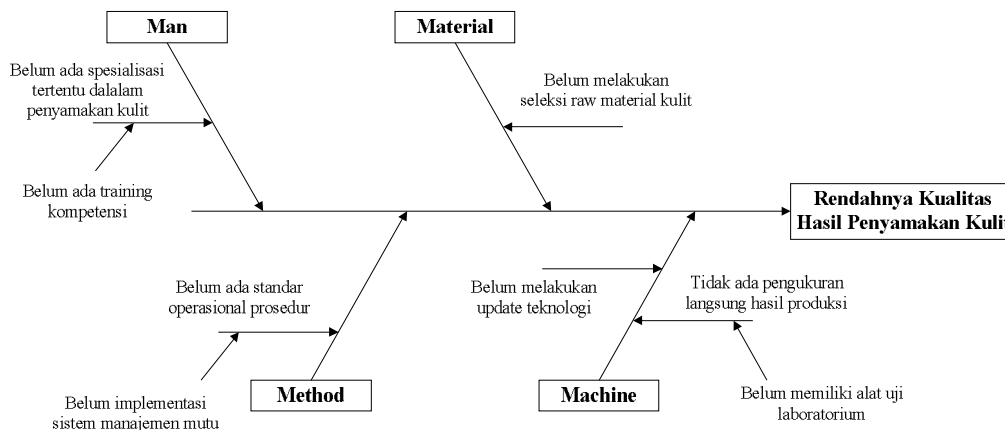
4. *Integrative Development*

Kegiatannya antara lain: integrasi pemasok dalam produk baru/pengembangan proses, menetapkan peningkatan kinerja pada *supplier* tingkat dua, membangun jaringan *supplier* terpadu. Dari kegiatan tersebut mempunyai tujuan yaitu jaringan *supplier* yang terintegrasi secara global.

Pada tahapan pertama yaitu identifikasi, *assess & rationalize the supply*, tahapan ini telah dilakukan oleh *supplier* baik di klaster 1 maupun klaster 2. Oleh karena itu tahapan pengembangan yang dilakukan dimulai dari tahap 2. Dari karakteristik masing-masing kelompok *supplier* yang ada dan dengan penelitian Krause dan Hanfield (1997) maka diusulkan untuk *framework* pengembangan *supplier* sebagai berikut:

5.3.1 Identifikasi Akar Permasalahan

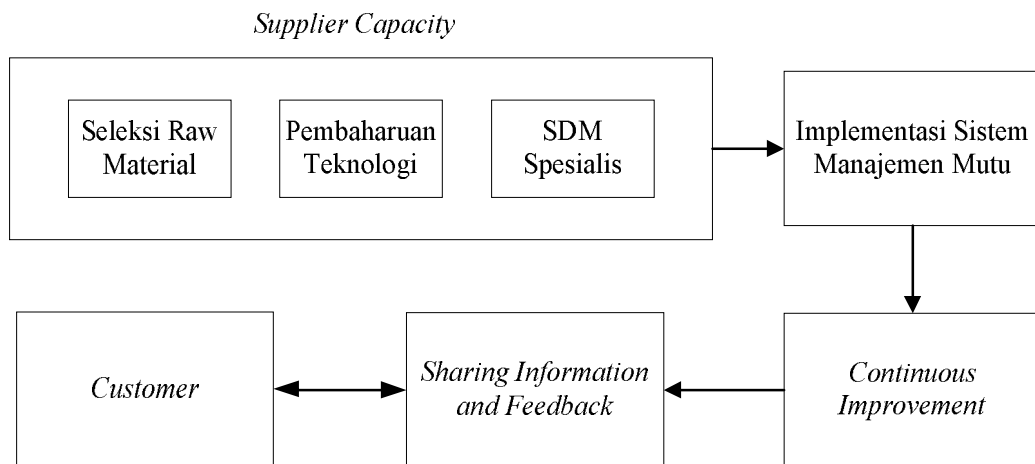
Identifikasi permasalahan dilakukan pada kelompok 2 karena mempunyai kualitas yang rendah pada semua karakteristik kualitasnya. Identifikasi permasalahan ini dilihat dari sudut pandang management representative PT. Karyamitra Budisentosa sebagai customer. Akar permasalahan disini dicari dengan menggunakan *fishbone diagram* sebagai berikut,



Gambar 5.3 Akar Permasalahan *Supplier* Kelompok 2

Akar permasalahan yang ditunjukkan pada gambar 5.3 menginformasikan penyebab dari rendahnya kualitas penyamakan kulit yang dihasilkan oleh *supplier*. Akar permasalahan tersebut meliputi sumber daya manusia, *raw material*, metode yang digunakan dan teknologi yang dipakai. Untuk memperbaiki kualitas hasil penyamakan kulit maka pada *supplier* kelompok harus melengkapi kekurangan-kekurangan yang ada. Oleh karena itu *framework* usulan pengembangan masing-masing kelompok *supplier* dibuat di penelitian ini.

5.3.2 Framework Pengembangan Supplier Kelompok 1



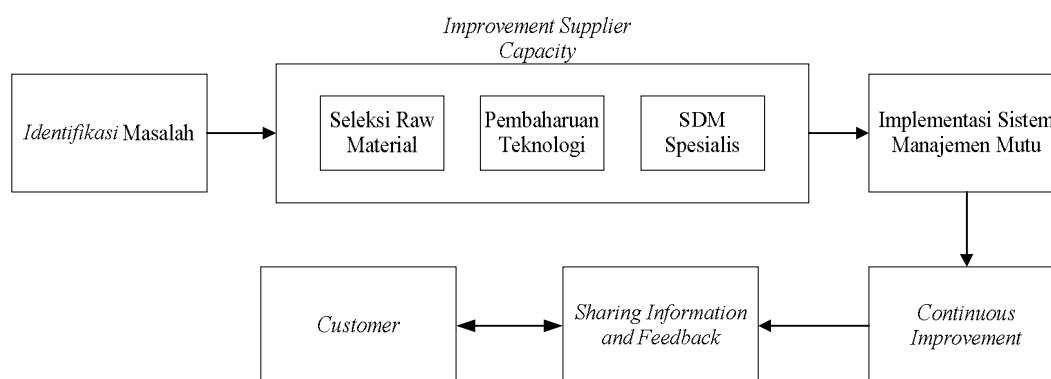
Gambar 5.4 Framework Pengembangan Supplier Kelompok 1

Pada gambar 5.4 menunjukkan *framework* untuk pengembangan *supplier* klaster 1. Pada kelompok 1, kapasitas *supplier* lebih tinggi daripada *supplier* pada klaster 2 yaitu pada tahap pencarian bahan baku dilakukan seleksi, untuk pembaharuan teknologi yang berkaitan dengan pengolahan bahan baku kulit telah dilakukan. Kemudian pada Sumber Daya Manusia (SDM) telah dilakukan spesialisasi seperti spesialisasi untuk penyamakan kulit sapi dan spesialisasi untuk penyamakan kulit domba. Dari ketiga kategori yang berkaitan dengan raw material, pembaharuan teknologi dan spesialisasi SDM, akan berdampak positif pada kualitas produk yang dihasilkan. Implementasi sistem manajemen mutu seperti ISO ataupun standar dari adidas juga telah dilakukan pada *supplier* kelompok 1. Untuk meningkatkan kualitas pada produk yang dihasilkan, dilakukan perbaikan yang berkelanjutan pada proses produksi/penyamakan kulit. Kemudian saling berbagi informasi dan memberikan umpan balik telah dilakukan, hal ini untuk memberikan langkah yang cepat terhadap manajemen dari kedua belah pihak untuk segera mengambil keputusan.

Contoh dari perbaikan yang berkesinambungan atau *continuous improvement* adalah dengan cara memetakan permasalahan yang masih terjadi. Misalnya masih adanya standar kualitas dari kulit (*bursting, tear strength, tensile*

strength dan *elongation*) yang belum tercapai. Pengumpulan permasalahan dapat menggunakan *tools pareto diagram*. Data yang berkaitan dengan permasalahan tersebut dikumpulkan dan diobservasi seperti adanya ketidaksesuaian pada campuran kimia ataupun adanya permasalahan pada mesin produksi penyamakan. Kemudian mengimplementasikan siklus *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) yang berputar secara terus menerus dengan diselingi oleh siklus *Standarize-Do-Check-Action* (SDCA). Dalam langkah Standar (*Standarize*) pada siklus ini, segala prosedur baru yang telah diputuskan pada langkah Tindakan (*Action*) dalam siklus PDCA sebelumnya disahkan menjadi pedoman yang wajib dipenuhi. SDCA fokus pada kegiatan pemeliharaan, sedangkan PDCA lebih mengacu pada perbaikan. Kontrol terhadap alat pemantauan dan pengukuran serta mesin-mesin produksi dilakukan dengan mengkalibrasi untuk setiap interval waktu tertentu pada alat ukur standar, memberikan identitas yang jelas termasuk status kalibrasi, memberikan perlindungan dari penyeteran yang tidak perlu yang menyebabkan hasil kalibrasi terganggu, memberikan perlindungan fisik terhadap alat ukur selama penanganan, pemeliharaan, dan penyimpanan dari kondisi yang dapat merusak alat, menyimpan catatan mutu hasil kalibrasi. Oleh karena itu, perusahaan menunjuk bagian bertanggung jawab untuk memeriksa dan menyimpan validitas hasil pengukuran sebelumnya yang menggunakan alat tersebut.

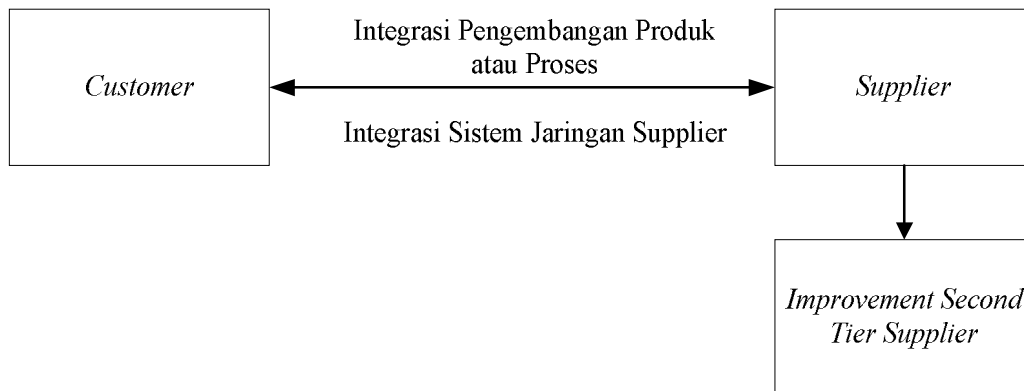
5.3.3 Framework Pengembangan Supplier Kelompok 2



Gambar 5.5 Framework Pengembangan Supplier Kelompok 2

Pada gambar 5.5 menunjukkan *framework* untuk pengembangan *supplier* klaster 2. Pada kelompok 2 dengan indeks kapabilitas yang lebih rendah dari kelompok 1, maka hal yang perlu dilakukan adalah dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada proses produksi/penyamakan kulit. Dari identifikasi masalah yang ada pada *supplier* kelompok 2 dengan masalah pada raw material, pembaharuan teknologi dan spesialisasi SDM yang kurang diperhatikan maka diperlukan perbaikan pada ketiga kategori tersebut yaitu harus melakukan apa yang sudah dilakukan oleh *supplier* kelompok 1. Kemudian implementasi sistem manajemen mutu seperti ISO ataupun standar dari adidas juga harus dilakukan pada *supplier* kelompok 2 yang akan berdampak positif pada perbaikan kualitas produk. Untuk meningkatkan kualitas pada produk yang dihasilkan, harus dilakukan perbaikan yang berkelanjutan pada proses produksi/penyamakan kulit. Saling berbagi informasi dan memberikan umpan balik telah dilakukan, hal ini untuk memberikan langkah yang cepat terhadap manajemen dari kedua belah pihak untuk segera mengambil keputusan. Perbaikan pada *supplier* kelompok 2 ini mengacu pada hal-hal yang telah dilakukan pada *supplier* kelompok 1.

5.3.4 *Framework Pengembangan Supplier di Masa Depan*



Gambar 5.6 *Framework Pengembangan Supplier di Masa Depan*

Untuk pengembangan *supplier* pada tahap berikutnya disajikan pada gambar 5.6. Pada pengembangan tahap ini dilakukan integrasi pengembangan

produk/proses. Hal ini dilakukan agar di antara *customer* dan *supplier* dapat berbagi informasi tentang produk-produk baru yang dapat mereka kerjakan atau proses yang efektif dan efisien yang mereka dapatkan untuk dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan di antara keduanya. Integrasi sistem jaringan *supplier* dibangun, agar di antara *customer* dan *supplier* dapat berbagi informasi dengan cepat, sehingga dapat dengan mudah untuk mengambil keputusan. Perbaikan pada *supplier* tingkat dua dilakukan juga, dalam hal ini *supplier* tingkat dua dapat memberikan raw material kulit dengan kualitas yang bagus. Langkah-langkah dalam melakukan perbaikan pada *supplier* tingkat dua adalah evaluasi awal kapasitas *supplier*, evaluasi proses produksi, evaluasi kinerja, melakukan kualifikasi *supplier*, implementasi sistem manajemen mutu.

BAB 6

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Interaksi yang sering dan hubungan yang erat dengan *supplier* dapat memberi efek positif pada pertukaran arus informasi dan pengetahuan, dengan demikian dapat memperbaiki proses dan kinerja. *Supplier* memainkan peran penting dalam kesuksesan bisnis. Hubungan *supplier* yang dikelola dengan baik menghasilkan kepuasan pelanggan yang meningkat, mengurangi biaya, kualitas yang lebih baik dan pelayanan yang lebih baik dari *supplier*. Akibatnya, proses manajemen *supplier* merupakan faktor penting untuk menjaga keunggulan kompetitif dan peningkatan kualitas melalui perbaikan dan pengembangan *supplier* secara berkesinambungan.

Indeks proses kapabilitas telah banyak digunakan dalam perusahaan manufaktur. Metode tersebut digunakan untuk mengukur proses kapabilitas dari *supplier*. Indeks proses kapabilitas menyediakan ukuran numerik untuk kemampuan suatu proses untuk menghasilkan barang yang memenuhi persyaratan kualitas yang telah ditetapkan. Keuntungan menggunakan indeks proses kapabilitas adalah lebih akurat dan *reliable*.

Setelah dilakukan perhitungan indeks kapabilitas pada masing-masing *supplier*, kemudian dilakukan pengelompokan *supplier* menggunakan perangkat lunak minitab, *supplier* dibagi menjadi 2 (dua) kelompok. Hasil dari pembagian tersebut yaitu:

1. Kelompok pertama terdiri dari *supplier* A, *supplier* D, *supplier* I, *supplier* B, dan *supplier* C.
2. Kelompok kedua terdiri dari *supplier* E, *supplier* F, *supplier* H, dan *supplier* G.

Karakteristik kualitas pada kelompok 1 (satu) lebih baik daripada kelompok 2 (dua) secara keseluruhan baik pada *bursting*, *tear strength*, *tensile strength*, dan *elongation*. Setelah dilakukan pengelompokan menjadi 2 (dua) kelompok, kemudian diusulkan untuk aktivitas SRM.

Framework pengembangan *supplier* diidentifikasi menjadi 3 tahapan meliputi:

1. *Framework* Pengembangan *Supplier* Kelompok 1
2. *Framework* Pengembangan *Supplier* Kelompok 2
3. *Framework* Pengembangan *Supplier* di masa depan

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis antara lain:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengusulkan pengembangan *supplier* dengan karakteristik kualitas *nominal the best* atau campuran (*smaller the better*, *larger the better* dan *nominal the best*).
2. Penelitian selanjutnya dapat mengusulkan pengaruh indeks kapabilitas *supplier* terhadap proses produksi.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat diusulkan untuk implementasi dari *framework* yang telah ada dan melakukan pengukuran terhadap dampak dari implementasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Abdallah, G. M., Abdallah, A. B., & Hamdan, K. B. (2014). The impact of *supplier* relationship management on competitive performance of manufacturing firms. *International Journal of Business and Management*, 9(2), 192.
- Boyles, R. A. (1991). The Taguchi capability index. *Journal of Quality Technology*, 23, 17-26.
- Boyles, R. A. (1994). Process capability with asymmetric tolerances. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 23(3), 615-635.
- Chan, L. K., Cheng, S. W., & Spiring, F. A. (1991). A multivariate measure of process Capability. *International Journal of Modelling and Simulation*, 11(1), 1-6.
- Chaudhry, S. S., Forst, F. G., & Zydiak, J. L. (1993). Vendor selection with price breaks. *European Journal of Operational Research*, 70(1), 52-66.
- Chen, J. P. (2005). Comparing four lower confidence limits for process yield index S_{pk} . *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(5), 609-614.
- Chen, K. S., Pearn, W. L., & Lin, P. C. (2003). Capability measures for processes with multiple characteristics. *Quality and Reliability Engineering International*, 19(2), 101-110.
- Choi, T. Y., & Hartley, J. L. (1996). An exploration of *supplier* selection practices across the supply chain. *Journal of operations management*, 14(4), 333-343.
- Chou, Y. M. (1994). Selecting a better *supplier* by testing process capability indices. *Quality Engineering*, 6(3), 427-438.
- Cox, A. (2004). The art of the possible: relationship management in power regimes and supply chains. *Supply chain management: an international journal*, 9(5), 346-356.

- Daniels, L., Edgar, B., Burdick, R. K., & Hubele, N. F. (2004). Using confidence intervals to compare process capability indices. *Quality engineering*, 17(1), 23-32.
- Ghodsypour, S. H., & O'brien, C. (2001). The total cost of logistics in *supplier* selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International journal of production economics*, 73(1), 15-27.
- Goffin, K., Szwejcowski, M., & New, C. (1997). Managing *suppliers*: when fewer can mean more. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(7), 422-436.
- Huang, D. Y., & Lee, R. F. (1995). Selecting the largest capability index from several quality control processes. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 46(3), 335-346.
- Hubele, N. F., Berrado, A., & Gel, E. S. (2005). A Wald test for comparing multiple capability indices. *Journal of quality technology*, 37(4), 304.
- ISO (2015). Standar International ISO 9001:2015. *Sistem Manajemen Mutu*.
- Kane, V. E. (1986). Process capability indices. *Journal of quality technology*, 18(1), 41-52.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2000). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy sets and systems*, 113(3), 427-437.
- Ke, J. C., Chu, Y. K., Chung, Y. T., & Lin, P. C. (2009). Assessing non-normally distributed processes by interval estimation of the incapability index C_{pp} . *Quality and Reliability Engineering International*, 25(4), 427-437.
- Kuo, R. J., & Lin, Y. J. (2012). *Supplier* selection using analytic network process and data envelopment analysis. *International Journal of Production Research*, 50(11), 2852-2863.
- Lambert, D. M., & Schwieterman, M. A. (2012). *Supplier* relationship management as a macro business process. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(3), 337-352.
- Lee, J. C., Hung, H. N., Pearn, W. L., & Kueng, T. L. (2002). On the distribution of the estimated process yield index S_{pk} . *Quality and Reliability Engineering International*, 18(2), 111-116.

- Liao, M. Y., Wu, C. W., & Wu, J. W. (2013). Fuzzy inference to *supplier* evaluation and selection based on quality index: a flexible approach. *Neural Computing and Applications*, 23(1), 117-127.
- Lin, C. J., & Pearn, W. L. (2010). Process selection for higher production yield based on capability index S_{pk} . *Quality and Reliability Engineering International*, 26(3), 247-258.
- Mettler, T., & Rohner, P. (2009). *Supplier* relationship management: a case study in the context of health care. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 4(3), 58-71.
- Mohanty, R. P., & Deshmukh, S. G. (1993). Use of analytic hierarchic process for evaluating sources of supply. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23(3), 22-28.
- Narasimhan, R., Talluri, S., & Mendez, D. (2001). *Supplier* evaluation and rationalization via data envelopment analysis: an empirical examination. *Journal of supply chain management*, 37(2), 28-37.
- Nydick, R. L., & Hill, R. P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the *supplier* selection procedure. *Journal of supply chain management*, 28(2), 31-36.
- Pearn, W. L., & Cheng, Y. C. (2007). Estimating process yield based on Spk for multiple samples. *International journal of production research*, 45(1), 49-64.
- Pearn, W. L., & Cheng, Y. C. (2010). Measuring production yield for processes with multiple characteristics. *International Journal of Production Research*, 48(15), 4519-4536.
- Pearn, W. L., Hung, H. N., & Cheng, Y. C. (2009). *Supplier* selection for one-sided processes with unequal sample sizes. *European Journal of Operational Research*, 195(2), 381-393.
- Pearn, W. L., & Kotz, S. (1994). Application of Clement's method for calculating second and third generation process capability indices for non-normal pearsonian populations. *Quality Engineering*, 7(1), 139-145.

- Pearn, W. L., Kotz, S., & Johnson, N. L. (1992). Distributional and inferential properties of process capability indexes. *Journal of Quality Technology*, 24(4), 216-231.
- Pearn, W. L., Lin, G. H., & Wang, K. H. (2004). Normal approximation to the distribution of the estimated yield index S_{pk} . *Quality & quantity*, 38(1), 95-111.
- Pearn, W. L., & Wu, C. W. (2006). Production quality and yield assurance for processes with multiple independent characteristics. *European Journal of Operational Research*, 173(2), 637-647.
- Pearn, W. L., & Wu, C. H. (2013). *Supplier* selection for multiple-characteristics processes with one-sided specifications. *Quality Technology & Quantitative Management*, 10(1), 133-139.
- Pearn, W. L., Wu, C. H., & Chuang, C. C. (2016). An effective powerful test for one-sided *supplier* selection problem with multiple independent characteristics. *Quality Technology & Quantitative Management*, 13(2), 182-196.
- Pearn, W. L., Wu, C. H., & Tsai, M. C. (2013). A note on “capability assessment for processes with multiple characteristics: a generalization of the popular index C_{pk} ”. *Quality and Reliability Engineering International*, 29(2), 159-163.
- Pearn, W. L., & Wu, C. W. (2007). An effective decision making method for product acceptance. *Omega*, 35(1), 12-21.
- Petroni, A., & Braglia, M. (2000). Vendor selection using principal component analysis. *Journal of supply chain management*, 36(1), 63-69.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawati, E. R. (2010). Supply Chain Management. hal138-139. *Surabaya: PT Pustaka Binaman Pressindo*.
- Quayle, M. (2002). Purchasing in small firms. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 8(3), 151-159.
- Roushdy, M., Mohamed, M., Hesham, S., Elzarka, S., & Hafez, L. (2015). Investigating the Impact of *Suppliers* Relationship Management on Firms’ Performance: A Multiple Case Study Approach on Manufacturing Companies in Egypt. In *Proceedings of the 2015 International Conference*

on Operations Excellence and Service Engineering Orlando, Florida, USA, September (pp. 10-11).

- Santosa, B. (2007). Data mining teknik pemanfaatan data untuk keperluan bisnis. *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 978(979), 756.
- Swift, C. O. (1995). Preferences for single sourcing and *supplier* selection criteria. *Journal of Business Research*, 32(2), 105-111.
- Tangus, C., Oyugi, L. A., & Rambo, C. (2015). Effect of *supplier* relationship management practices on performance of manufacturing firms in Kisumu County, Kenya. *International Journal of Economics, Commerce, and Management*, 3(11), 499-512.
- Tran, H. (2015). A case study of integrative creation of *supplier* relationship management process.
- Van Zyl, C. R. (2005). *Supplier* relationship management leverages intellectual capital for increased competitive advantage. *Acta Commercii*, 5(1), 57-69.
- Wasserman, L. (2013). *All of statistics: a concise course in statistical inference*. Springer Science & Business Media.
- Weber, C. A., & Current, J. R. (1993). A multiobjective approach to vendor selection. *European journal of operational research*, 68(2), 173-184.
- Weber, C. A., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European journal of operational research*, 50(1), 2-18.
- Wu, C. W., & Liao, M. Y. (2009). Estimating and testing process yield with imprecise data. *Expert systems with applications*, 36(8), 11006-11012.
- Wu, C. W., & Pearn, W. L. (2005). Measuring manufacturing capability for couplers and wavelength division multiplexers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(5), 533-541.
- Wu, C. W., & Pearn, W. L. (2008). A variables sampling plan based on C pmk for product acceptance determination. *European Journal of Operational Research*, 184(2), 549-560.
- Wu, C. W., Shu, M. H., Pearn, W. L., & Liu, K. H. (2008). Bootstrap approach for *supplier* selection based on production yield. *International Journal of Production Research*, 46(18), 5211-5230.

- Wu, T., & Blackhurst, J. (2009). *Supplier* evaluation and selection: an augmented DEA approach. *International Journal of Production Research*, 47(16), 4593-4608.
- Youssef, M. A., Zairi, M., & Mohanty, B. (1996). *Supplier* selection in an advanced manufacturing technology environment: an optimization model. *Benchmarking for Quality Management & Technology*, 3(4), 60-72.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Erik Bagus Prasetyo, lahir pada April 1983 di Madiun. Penulis merupakan putra ketiga dari Bapak Suhono dan Ibu Yuli Hartati. Penulis menempuh pendidikan mulai dari SD, SMP sampai SMA di Madiun. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan Program Diploma di Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta angkatan 2001. Penulis pernah bekerja di perusahaan Astra Otoparts Tbk. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Program Sarjana

Teknik Mesin di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Bidang Studi Konversi Energi pada tahun 2008. Saat ini penulis bekerja sebagai pegawai negeri sipil di Kementerian Perindustrian.

Kontak Person: erikbagusp@gmail.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”