

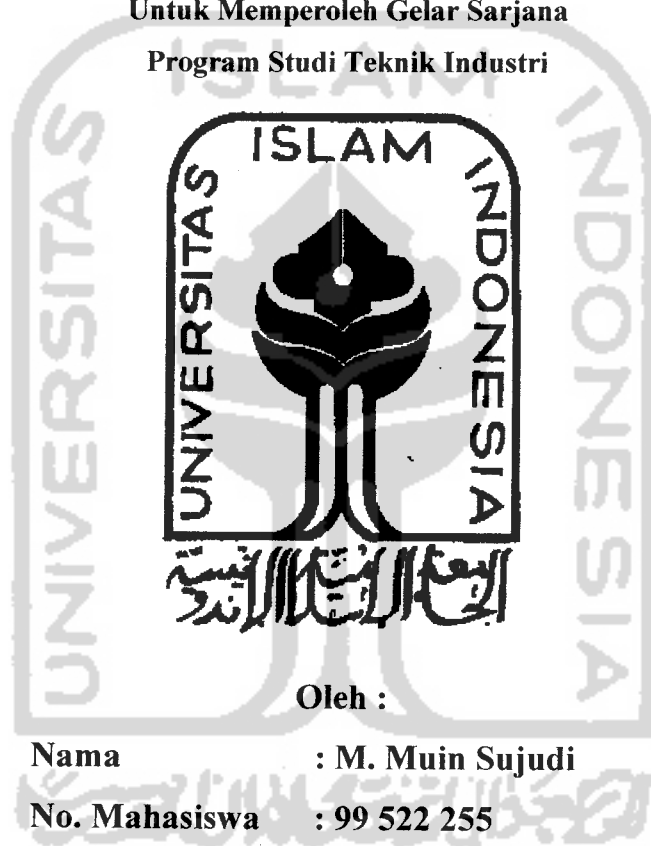
**ANALISIS TINGKAT KUALITAS PROSES PRODUKSI
BENANG TENUN RAYON 30/1**

MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA*

**Studi Kasus PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA UNIT PATAL SECANG
MAGELANG, JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Industri**



Oleh :

Nama : M. Muin Sujudi

No. Mahasiswa : 99 522 255

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : M. Muin Sujudi

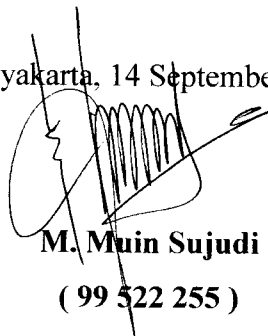
No.Mahasiswa : 99 522 255

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir dengan judul **ANALISIS TINGKAT KUALITAS PROSES PRODUKSI BENANG TENUN RAYON 30/1 MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (Studi Kasus PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang Magelang)** yang diajukan untuk diuji pada tanggal 27 September 2007 adalah hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian Pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 14 September 2007



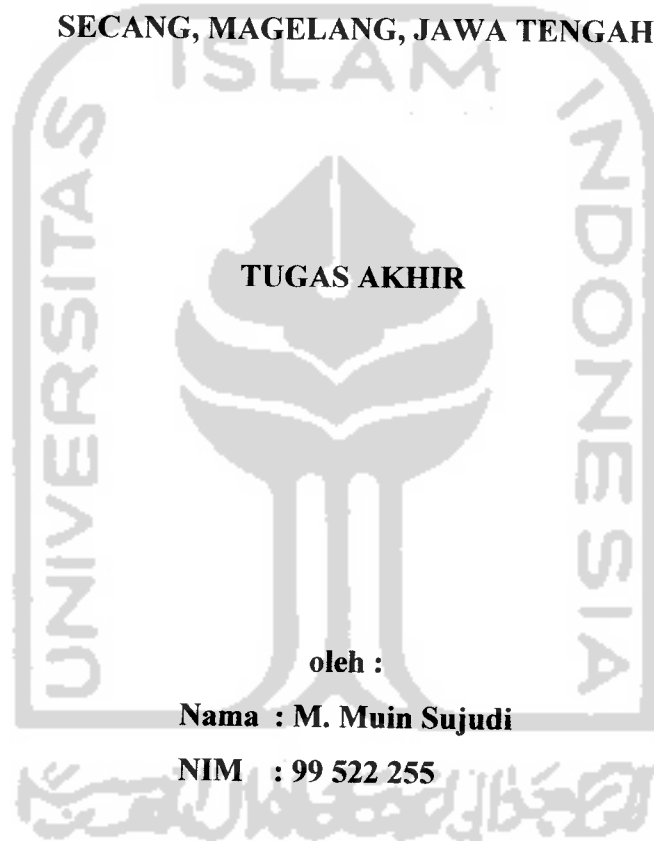
M. Muin Sujudi
(99 522 255)

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS TINGKAT KUALITAS PROSES PRODUKSI
BENANG TENUN RAYON 30/1**

MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA*

**STUDI KASUS PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA UNIT PATAL
SECANG, MAGELANG, JAWA TENGAH**



TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : M. Muin Sujudi

NIM : 99 522 255

Yogyakarta, 14 September 2007

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. Ir. Hudaya, MM', written over a horizontal line.

H. Ir. Hudaya, MM

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS TINGKAT KUALITAS PROSES PRODUKSI
BENANG TENUN RAYON 30/1
MENGUNAKAN METODE *SIX SIGMA*

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : M. Muin Sujudi

NIM : 99 522 255

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 Oktober 2007

Tim Penguji,

Ir. Hudaya, MM

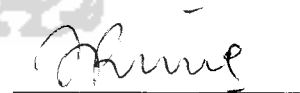
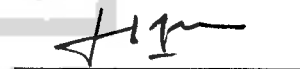
Ketua

Ir. Hartomo, M.Sc

Anggota I

Ir. Elisa Kusrini, MT

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, Ph.D

PERSEMBAHAN :



Untuk kedua Orang tuaku.

MOTTO :

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetapkanlah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”.

(Q.S. Al Insyiraah ayat 6 dan 7)

“Dunia hanya berjalan tiga hari, yaitu : Kemarin, yang kita tidak berpengharapan apa-apa lagi darinya. Hari ini, yang harus kita peroleh kebaikan dan kesuksesannya. Dan esok hari, yang tidak kita ketahui apakah kita termasuk yang masih hidup atau yang tergolong sudah meninggal “.

(Al Hasan Al Bashri)



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “*Penerapan Metode Six Sigma untuk Mengurangi Cacat dan Meningkatkan Kualitas Produksi Produk Benang Tenun R 30/1*”.

Penyusunan Tugas Akhir ini terutama dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah menerima bantuan dan fasilitas serta bimbingan dari berbagai pihak. Dengan segenap ketulusan hati pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Dosen pembimbing Tugas Akhir penulis, Bapak Ir. H. Hudaya, MM.
4. Bapak Kepala Bagian Produksi dan Teknik dan juga seluruh staff karyawan PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang yang telah meluangkan waktu dan kerja samanya demi kelancaran Tugas Akhir ini.

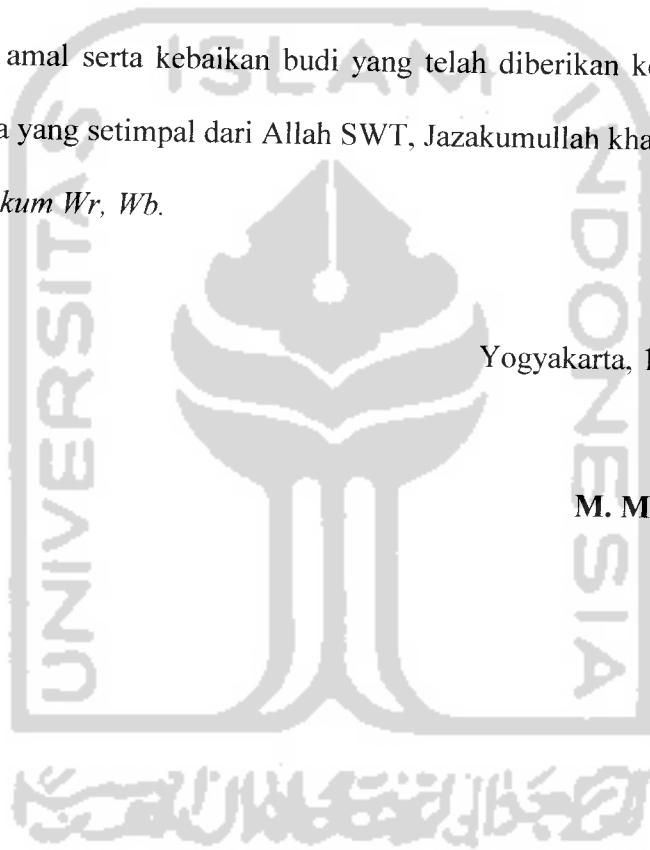
5. Keluarga besar Bapak Suryono, terutama Bapak, Ibu, Abang - Abangku, dan Adikku yang tercinta atas dorongannya baik moral maupun spiritual dan doanya yang tiada pernah berhenti.
6. Seluruh karyawan Universitas Islam Indonesia atas bantuannya.
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang telah membantu hingga selesainya laporan ini.

Semoga amal serta kebaikan budi yang telah diberikan kepada penulis akan mendapat pahala yang setimpal dari Allah SWT, Jazakumullah khair. Amiin.

Wassalamu 'alaikum Wr, Wb.

Yogyakarta, 14 September 2007

M. Muin Sujudi



DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Surat Pernyataan Keaslian TA	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiv
Abstrak	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	4
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Induktif dan Deduktif	8
2.2 Pengertian Kualitas	10
2.2.1 Konsep Kualitas pada Perusahaan Manufaktur dan Jasa	12
2.3 Gambaran Umum <i>Six Sigma</i>	15
2.4 Istilah Dalam Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola	21
2.5 Metodologi <i>Six Sigma</i>	23
2.5.1 <i>Define</i>	24
2.5.2 <i>Measure</i>	24
2.5.3 <i>Analyze</i>	25
2.5.4 <i>Improve</i>	26
2.5.5 <i>Control</i>	26
2.6 Manfaat <i>Six Sigma</i>	27

BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Objek Penelitian	29
3.2 Identifikasi Masalah	29
3.3 Pengumpulan Data	30
3.3.1 Metode Observasi	30
3.3.2 Metode Wawancara	30
3.3.3 Studi Pustaka	30
3.3.4 Literatur Data Perusahaan	30
3.4 Pengolahan Data	31
3.4.1 Tahap <i>Define</i>	31
3.4.2 Tahap <i>Measure</i>	35
3.4.3 Tahap <i>Analyze</i>	42
3.4.4 Tahap <i>Improve</i>	44
3.4.5 Tahap <i>Control</i>	45
3.5 Analisa Kasus Yang Diselesaikan	45
3.6 Kesimpulan dan Saran	46
3.7 <i>Flow Chart</i> Pemecahan Masalah	47
BAB IV	
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	48
4.1 Pengumpulan Data	48
4.1.1 Sejarah Perusahaan	48
4.1.2 Data Struktur Organisasi	51
4.1.3 Data Proses Produksi	56
4.1.4 Data <i>Quality Control</i>	66
4.2 Pengolahan Data	74
3.4.1 Tahap <i>Define</i>	74
3.4.2 Tahap <i>Measure</i>	81
3.4.3 Tahap <i>Analyze</i>	102
BAB V	
PEMBAHASAN	108
5.1 Tahap <i>Define</i>	108
5.2 Tahap <i>Measure</i>	109
5.2.1 Menentukan CTQ Potensial	109
5.2.2 Analisa Kinerja Proses	109
5.3 Tahap <i>Analyze</i>	118

5.4 Tahap *Improve* 121
5.5 Tahap *Control* 125

BAB VI
PENUTUP 126
6.1 Kesimpulan 126
6.2 Saran 128

DAFTAR PUSTAKA 129
LAMPIRAN 131



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Contoh Diagram SIPOC	34
Tabel 4.1	Data Tenaga Kerja Unit Patal Secang	55
Tabel 4.2	Pembagian Jam Kerja PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang Magelang	56
Tabel 4.3	Data <i>Suppliers</i>	57
Tabel 4.4	Urutan Proses Produksi Benang Tenun	63
Tabel 4.5	Data Jenis Cacat Bente R 30/1	64
Tabel 4.6	Data Performansi Produk Bente R 30/1 per 1 <i>Cone</i>	65
Tabel 4.7	Data Jumlah Cacat Nomor Benang R 30/1	65
Tabel 4.8	Tabel Evaluasi Kedewasaan Serat	67
Tabel 4.9	Tabel Standar Kehalusan	68
Tabel 4.10	Data Pengukuran Ketidakrataan Bente R 30/1 Proses <i>Ring Spinning</i>	71
Tabel 4.11	Tabel Identifikasi Fungsi Proses Bente R 30/1	81
Tabel 4.12	Tabel Potensi Kegagalan	82
Tabel 4.13	Rating Keparahan (<i>Severity</i>) Proses Produksi Bente R 30/1	85
Tabel 4.14	Penyebab Kegagalan Proses Produksi	86
Tabel 4.15	Rating Kejadian (<i>Occurance</i>) Kegagalan Proses Produksi Bente R 30/1	86
Tabel 4.16	Rating Deteksi (<i>Detection</i>) Kegagalan Proses	

Produksi Benten R 30/1	87
Tabel 4.17 Nilai RPN Proses Produksi Benten R 30/1	88
Tabel 4.18 Pengolahan Data Ketidakrataan Benten R 30/1	89
Tabel 4.19 Statistik Deskriptif dan Hasil Uji Normal Kolmogorv – Smirnov Data Ketidakrataan Benten R 30/1 dengan SPSS 13	90
Tabel 4.20 Perhitungan Statistik Uji Normal Kolmogorov – Smirnov	92
Tabel 4.21 Perhitungan Nilai D+ dan D- Uji Normal Kolmogorov – Smirnov	94
Tabel 4.22 Tabel Perhitungan Data Cacat	96
Tabel 4.23 Statistik Deskriptif Data Jumlah Cacat	97
Tabel 4.24 Uji Distribusi Poisson Kolmogorov – Smirnov Data Jumlah Cacat Menggunakan <i>Software</i> Minitab 14	97
Tabel 4.25 Perhitungan Uji Poisson Kolmogorov – Smirnov	98
Tabel 4.26 Perhitungan Statistik Uji Poisson Kolmogorov – Smirnov Data Jumlah Cacat	99
Tabel 4.27 Data Analisis Regresi dan Korelasi	102
Tabel 4.28 Statistik Deskriptif Data Regresi	103
Tabel 4.29 Nilai Analisis Korelasi dengan SPSS 13	103
Tabel 4.30 Nilai R ² Analisis Regresi dengan SPSS 13	104
Tabel 4.31 Nilai Anova Model Regresi dengan SPSS 13	105
Tabel 4.32 Nilai Koefisien Model Regresi dengan SPSS 13	105
Tabel 5.1 Analisis Kapabilitas Proses dan <i>Sigma Quality Level</i>	111

Tabel 5.2	Tabel Rancangan Usulan Solusi	120
Tabel 5.3	Target Kinerja Untuk Karakteristik Kualitas (CTQ) Potensial Ketidakrataan Benten R 30/1 Selama 5 Tahun	121
Tabel 5.4	Target Kinerja CTQ Potensial Ketidakrataan Benten R 30/1 Selama 5 Tahun Proyek <i>Six Sigma</i>	122



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perspektif Kualitas	12
Gambar 2.2	Distribusi Normal untuk 3σ dan 6σ	18
Gambar 2.3	Distribusi Normal Terpusat	20
Gambar 2.4	Distribusi Normal bergeser $1,5\sigma$	21
Gambar 3.1	Contoh Diagram Pareto	32
Gambar 3.2	Contoh Diagram Pohon	33
Gambar 3.3	Contoh Diagram Alir Proses	34
Gambar 3.4	Hierarki Pemilihan Peta Kontrol	37
Gambar 3.5	Contoh Diagram Sebab akibat	43
Gambar 3.6	Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 4.1	Diagram Pareto Jenis Cacat	74
Gambar 4.2	CTQ <i>Drill Down Tree</i> Cacat nomor Benang Bente R 30/1	74
Gambar 4.3	Diagram SIPOC	76
Gambar 4.4	Diagram Alir Proses Produksi Bente R 30/1	78
Gambar 4.5	Peta Kendali XR Ketidakrataan Bente R 30/1 dengan Minitab 14	90
Gambar 4.6	Histogram Data Ketidakrataan Bente R 30/1 dengan SPSS 13	91
Gambar 4.7	Uji Normal Data Ketidakrataan Bente R 30/1 Minitab 14	91

Gambar 4.8	Diagram Pencar Data Ketidakrataan Bente R 30/1	95
Gambar 4.9	Peta Kendali C jumlah Cacat	96
Gambar 4.10	Analisis Kapabilitas Proses Data Ketidakrataan Bente R 30/1 Menggunakan <i>Software</i> Minitab 14	100
Gambar 4.11	Histogram Residual Analisis Regresi dengan SPSS 13	107
Gambar 4.12	Diagram Pencar Nilai Residual Analisis Regresi dengan SPSS 13	107
Gambar 4.13	Diagram Sebab Akibat Karakteristik Kualitas Ketidakrataan Benang	116



ABSTRAK

Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan yang ketat seperti sekarang ini hanyalah perusahaan yang mengutamakan kualitas pada produknya. Selama ini pemborosan dan cacat dipandang sebagai resiko bisnis. Sesungguhnya cacat merupakan biaya yang terus membebani. Penelitian yang kami lakukan di sini adalah bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik kritis terhadap kualitas (CTQ) yang diharapkan pelanggan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap cacat juga analisa tingkat *sigma* dan menentukan nilai DPMO proses produksi.

Dengan menggunakan metode pemecahan masalah *Six Sigma*, diharapkan akan mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi. Metode pemecahan masalah *Six Sigma* yang kami lakukan di sini mengacu pada metodologi DMAIC (*Define, measure, Analyze, Improve, Control*). Dimana pada setiap tahapannya menggunakan alat bantu statistik kualitas yang berbeda-beda seperti, histogram, diagram pohon, diagram SIPOC, FMEA, peta kontrol X-bar R dan peta kontrol C, diagram sebab akibat, analisis regresi dan korelasi. Untuk mengetahui *performance* pada proses produksi kami menggunakan indeks kemampuan proses Cpm.

Dari hasil analisis, diketahui bahwa cacat pada produk benang tenun R 30/1 yang menjadi keluhan paling banyak adalah cacat nomor benang yang tidak standar dengan CTQ potensial adalah ketidakrataan benang. Dari analisa kemampuan proses pada pengukuran ketidakrataan benang tenun R 30/1 dari proses ring spinning disimpulkan bahwa kemampuan proses menghasilkan produk yang sesuai standar masih sangat rendah dengan nilai Cpm = 0,90. Berdasarkan hasil analisa kapabilitas proses berada pada tingkat pengendalian kualitas 4,024 sigma dengan tingkat DPMO yang masih tinggi yaitu 5.794,96. Dari hasil analisis regresi korelasi diketahui bahwa faktor yang paling mempengaruhi CTQ potensial adalah suhu ruang ring spinning yang terlalu panas pada siang hari. Dengan adanya fakta ini pihak manajemen perusahaan harus melakukan perbaikan terhadap proses produksi sehingga kemampuan proses meningkat.

Kata kunci : cacat, kualitas, CTQ, pelanggan, *Six Sigma*, DMAIC, tingkat *sigma*, DPMO

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Dalam dua dekade ini (1980 - 2000-an) berbagai perusahaan seperti Motorola, Harley Davidson, Intel, Microsoft (di Amerika Serikat), Sony Corp, Mitsubishi (di Jepang), dan Mercedes Benz (di Jerman) telah melaksanakan strategi yang berbasis dan bersandarkan kepada mutu produk, telah menjadi dimensi primadona untuk memenangkan pesanan. Khususnya industri otomotif, elektronik, dan mesin di Jepang telah membuat produk berkualitas tinggi sebagai kunci sukses dari strategi perusahaan tersebut. Oleh karena itu, fakta menunjukkan bahwa industri otomotif Jepang mengalahkan industri otomotif Amerika Serikat, industri mesin Jepang mengalahkan atau tidak kalah dari industri mesin Eropa Barat, bahkan industri jam tangan Jepang mengalahkan industri jam tangan Swiss. Oleh karena itu, produk-produk Jepang pada tahun 1970-an dan 1980-an telah 10 sampai 100 kali lebih kecil dalam tingkat kerusakan produk (*product defect rate*) sehingga memuaskan para konsumennya (Prawirosentono, 2002).

Oleh karena itu, hendaknya para produsen di Indonesia, khususnya yang memiliki industri dengan produk yang akan dijual ke pasar internasional, mutlak menyadari adanya filsafat baru dalam mutu produk. Kesadaran tersebut harus dinyatakan dalam bentuk riil, agar produk yang dihasilkan bukan saja dipercaya konsumen, tetapi berakibat yang lebih luas, yakni kemampuan meningkatkan daya saing, sehingga perusahaan dapat bertahan dan berkembang.

Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan yang ketat seperti sekarang ini hanyalah perusahaan yang mengutamakan kualitas pada produknya. Banyak terjadi kesalahan pemahaman tentang pemborosan dan cacat dalam dunia bisnis, selama ini pemborosan dan cacat bagi pelaku bisnis adalah merupakan resiko bisnis. Pada kenyataannya pandangan tersebut merupakan suatu kekeliruan. Karena sesungguhnya pemborosan dan cacat dalam proses bisnis merupakan biaya yang akan terus membebani jika tidak dihilangkan, tetapi pemborosan dan cacat akan menjadi suatu nilai tambah (*added value*) untuk keuntungan jika kita bisa mengendalikan dan menghilangkan pemborosan dan cacat yang terjadi dalam setiap proses bisnis kita.

Salah satu konsep yang dapat mengurangi jumlah cacat dan memberikan kepuasan kepada para pelanggan adalah *Six Sigma* (6σ). 6σ merupakan suatu metode peningkatan kualitas yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas (Gasperz, 2002). Konsep ini telah terbukti dapat melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*).

Sekarang ini banyak perusahaan yang memulai program 6σ sebagai usaha untuk melakukan perbaikan secara terus menerus. Perusahaan di Indonesia belum dapat bersaing dengan perusahaan luar negeri dalam hal kualitas produk, karena banyak perusahaan Indonesia yang belum dapat menghasilkan produk yang benar-benar diterima konsumen karena kualitas produknya yang rendah, sehingga perusahaan akan kehilangan pelanggan dan tidak akan dapat diterima pasar, hingga pada akhirnya perusahaan tersebut akan mengalami kerugian. Perusahaan dapat

bersaing dalam era sekarang ini jika memiliki proses yang baik dan menghasilkan produk yang benar-benar diterima oleh konsumen dengan cara kita mengetahui apa yang sebenarnya diinginkan oleh konsumen. Namun hal tersebut belum dapat menjamin kualitas yang baik, karena hal utama yang harus diperhatikan adalah proses yang dihasilkan oleh suatu industri harus benar-benar sempurna atau tidak ada produk cacat yang dihasilkan dari setiap prosesnya sehingga prosentase cacatnya nol persen (Hendradi, 2006).

Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan yang ketat seperti sekarang ini hanyalah perusahaan yang mengutamakan kualitas pada produknya. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produk adalah dengan meningkatkan kualitas proses pembuatan produk yang harus dijalankan secara terus menerus. Sehingga akan terjadi pengurangan tingkat cacat (*defect*) produk yang merugikan perusahaan. *Defect* adalah semua kejadian atau peristiwa di mana produk atau proses gagal memenuhi kebutuhan pelanggan (Pande, et.al., 2002).

Menurut Gasperz (2002) perusahaan-perusahaan sekarang banyak yang masih beroperasi atau menghasilkan proses yang belum sempurna atau bekerja pada level 3 *sigma* atau 4 *sigma*, yang merepresentasikan 6.210 - 66.807 cacat per sejuta peluang. Suatu *sigma* juga merepresentasikan 691.462,5 cacat per sejuta peluang, yang berarti prosentase peluang output yang tidak cacat hanya 30,854%. Hal diatas jelas merupakan kinerja yang buruk. Pemborosan-pemborosan yang tidak disadari pada setiap operasi juga menjadi faktor penyebab rendahnya kualitas. Perusahaan dunia dapat bertahan sekarang ini karena mereka telah bekerja pada level 6 *sigma* yang telah terbukti sukses menurunkan cacat hingga 3,4 kegagalan atau cacat atau

99,99966% menghasilkan output yang tidak cacat, selain itu perusahaan yang bekerja pada level 6 *sigma* juga dapat melakukan penghematan yang sangat luar biasa, salah satu penghematan yang dapat dicapai adalah penurunan biaya dari kualitas produk yang jelek (COPQ-*Cost Of Poor Quality*) sebesar <1% dari penjualan.

Salah satu upaya untuk menjamin kualitas suatu produk adalah dengan mencegah terjadinya kegagalan proses ataupun produk untuk melakukan performance standar yang telah ditetapkan (Saptadi, et.al,2003).

Penelitian ini, bertujuan memberikan suatu penelitian perbaikan proses produksi produk benang tenun di PT. Sandang Nusantara Unit Patal Secang Magelang sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik dan sesuai dengan kebutuhan atau harapan pelanggan.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui **“bagaimana mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci untuk mengurangi cacat produk sehingga dapat meningkatkan kualitas produk benang tenun R30/1”**

1.3 BATASAN MASALAH

Pada penelitian ini supaya permasalahan tidak melebar terlalu luas, maka peneliti memberikan batasan sebagai berikut :

1. Perusahaan bergerak dalam bidang manufaktur.
2. Produk yang diukur adalah benang tenun rayon Ne 30.
3. Pelanggan dalam penelitian ini diidentifikasi sebagai pelanggan internal.

4. Pembahasan, analisa dan rekomendasi yang dibangun dalam penelitian ini tidak memperhitungkan faktor biaya.
5. Hasil pengukuran kualitas 6σ tidak mempengaruhi jalannya proses produksi yang terjadi.
6. Batasan lain yang berkenaan dengan pembahasan akan dikemukakan saat batasan tersebut digunakan.

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi karakteristik kritis terhadap kualitas (*critical to quality/CTQ*).
2. Menghitung Kapabilitas *Sigma*, *Defect per Million Oportunities (DPMO)* dan *yield*.
3. Mengidentifikasi faktor – faktor paling berpengaruh yang menjadi penyebab cacat produk.
4. Mengusulkan solusi potensial sederhana untuk memperbaiki kapabilitas proses.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Pengembangan khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada ruang lingkup sistem manajemen produksi dan manajemen kualitas.

2. Dapat memberikan suatu gambaran baru dalam manajemen perbaikan kualitas.
3. Dapat memberikan suatu diskusi ilmu pengetahuan untuk pengembangan penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini akan diuraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori dasar dan kajian literatur – literatur tentang masalah penelitian, penjelasan mengenai konsep – konsep dasar mengenai permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Juga diulas tentang penelitian-penelitian yang telah dilakukan atau publikasi tema yang sama yang telah diterbitkan sebelumnya.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai obyek penelitian, tempat dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data dan kerangka pemecahan masalah beserta alat – alat bantu yang digunakan. Tahap - tahap dalam pemecahan masalah dijelaskan dengan menggunakan alat bantu *flow chart* pemecahan masalah.

BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan uraian tentang data–data yang diperlukan dalam penelitian, cara pengambilan dan pengolahan data tersebut, baik secara langsung maupun tidak dengan bantuan software.

BAB V. PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian berupa tabel hasil pengolahan data, grafik, persamaan atau model, pengujian hipotesis serta analisa yang menyangkut penjelasan teoritis secara kualitatif, kuantitatif maupun statistik dari hasil penelitian dan kajian untuk menjawab tujuan penelitian

BAB VI PENUTUP

Kesimpulan, memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan untuk membuktikan atau menjawab permasalahan. Saran, dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis, ditujukan kepada para peneliti (perusahaan) dalam bidang yang sejenis, yang ingin melanjutkan, mengembangkan, atau menerapkan penelitian yang telah diselesaikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN INDUKTIF DAN DEDUKTIF

Salah satu keberhasilan perusahaan untuk tetap dapat bersaing di era sekarang ini adalah harus berorientasi kepada pelanggan, artinya perusahaan harus dapat memenuhi keinginan atau harapan pelanggan. Salah satu upaya untuk menjamin kualitas adalah dengan mencegah terjadinya kegagalan proses ataupun produk untuk melakukan *performance standar* yang telah ditetapkan (Saptadi, et.al, 2003).

Penelitian serta kajian-kajian yang telah dilakukan tentang penerapan dan keberhasilan *Six Sigma* (6σ) lebih banyak mengacu pada kondisi perusahaan besar, seperti yang dilakukan oleh Teresa Addison, Chung tsai, dan Henry Wijaya (2003), Brassad (1994), Elliot (2003). Hal ini tidak berarti bahwa hanya perusahaan besar yang dapat menerapkan 6σ dan berhasil. Sesungguhnya keberhasilan menerapkan 6σ pada organisasi-organisasi tidak tergantung pada bidang usaha manufaktur atau jasa, juga tidak tergantung pada ukuran apakah organisasi usaha besar, sedang atau kecil.

Kajian tentang kemungkinan penerapan 6σ pada berbagai ukuran organisasi serta perbandingannya telah dilakukan oleh Sugiharto (2003) yang melakukan penelitian penerapan 6σ untuk manajemen industri kecil. Kesimpulan dari kajian tersebut adalah 6σ tidak hanya bisa diterapkan pada perusahaan-perusahaan besar, tapi bisa juga untuk menjadi perangkat manajerial bagi industri kecil dimana 6σ menjadi suatu metode untuk menghilangkan penyimpangan-penyimpangan dalam proses operasional yang potensial mengecewakan pelanggan, dimana penyimpangan

bukan hanya yang terjadi pada proses produksi tapi juga penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada proses administrasi.

Penelitian lain tentang penerapan metode 6σ adalah yang dilakukan oleh Hidayanto dan Afriansyah (2004), dalam penelitian ini metode 6σ diterapkan untuk memperbaiki kualitas produk setengah jadi yang dihasilkan oleh proses pemotongan dengan mesin *Eye Tracer* di lini persiapan bahan PT. United Tractors Pandu Engineering. Dari hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan nilai *sigma* dari produk setengah jadi pada proses pemotongan dari 3 *sigma* menjadi 3,5 *sigma*.

Penerapan 6σ sebagai metode pemecahan masalah tidak mensyaratkan suatu standar yang baku dari alat-alat bantu yang digunakan pada setiap tahapannya. Alat bantu yang digunakan untuk memecahkan masalah tergantung dari data dan fakta yang ditemukan pada setiap kondisi organisasi. Hal ini dibuktikan salah satunya dengan penelitian yang dilakukan oleh Debora dan Asyia (2003). Pada penelitian tersebut menggunakan alat bantu perancangan rumah mutu (*Quality Function Development/QFD*) untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas (CTQ).

Penelitian ini merupakan penelitian replikasi dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hal yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah alat-alat bantu yang digunakan pada setiap tahap metode 6σ . Pada penelitian ini alat bantu yang digunakan tidak hanya satu macam saja pada setiap tahapannya, penggunaan alat bantu tersebut juga saling berhubungan satu sama lain, di mana hasil dari satu alat bantu akan menjadi input data untuk alat bantu selanjutnya. Penggunaan alat bantu yang lebih banyak dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan ukuran dan analisa yang lebih akurat.

Pada kenyataan sesungguhnya untuk mendapatkan hasil akhir dari penerapan metode 6σ yaitu nilai *Sigma* sebesar 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunity*) membutuhkan waktu dan kerja keras dengan disiplin tinggi dari seluruh elemen organisasi, karena metode 6σ bukan hanya suatu metode yang memecahkan masalah pada proses saja tapi juga menghilangkan pemborosan dan cacat yang terjadi disetiap aktivitas organisasi sehingga pelanggan pada akhirnya akan mendapat jaminan kualitas baik sesuai dengan yang diharapkan dari produk dan atau jasa yang diinginkan.

2.2 PENGERTIAN KUALITAS

Faktor utama yang menentukan kinerja suatu perusahaan adalah kualitas produk (barang dan atau jasa) yang dihasilkan. Menurut 6σ produk (barang dan atau jasa) yang berkualitas adalah produk (barang dan atau jasa) yang sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen. Oleh karena itu perusahaan harus dapat mengenal konsumen atau pelanggannya dan mengetahui kebutuhan dan keinginan konsumennya yang pada akhirnya perusahaan dapat memberikan itu. Ada banyak sekali definisi kualitas, yang sebenarnya definisi kualitas yang satu hampir sama dengan yang lain. Pengertian kualitas menurut beberapa ahli antara lain:

1. Juran (1962) “kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.”
2. Crosby (1979) “kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *reliability*, *maintainability*, dan *cost effectiveness*.”

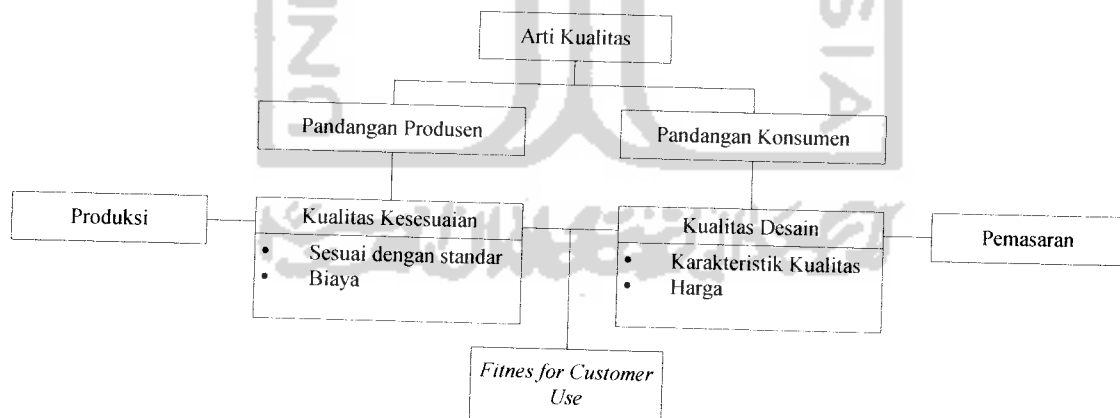
3. Feigenbaum (1991) “kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dalam mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan harapan dan kebutuhan pelanggan.”
4. Scherkenbach (1991) “kualitas ditentukan oleh pelanggan; pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut.”
5. Elliot (1993) “kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, atau dikatakan sesuai dengan tujuan.”
6. Goetch dan Davis (1995) “kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan.”
7. Perbendaharaan *ISO 8402* dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Istilah kualitas memang tidak terlepas dari manajemen kualitas yang mempelajari setiap area dari manajemen operasi dari perencanaan lini produk dan fasilitas, sampai penjadwalan dan memonitor hasil. Kualitas merupakan semua bagian

dari fungsi usaha yang lain (pemasaran, sumberdaya manusia, keuangan, dan lain-lain). Dalam kenyataannya, penyelidikan kualitas adalah suatu penyebab umum (*common cause*) yang alamiah untuk mempersatukan fungsi-fungsi usaha (Dorothea, 2004).

2.2.1 Konsep Kualitas pada Perusahaan Manufaktur dan Jasa

Secara umum dapat dikatakan bahwa kualitas produk atau jasa itu akan dapat diwujudkan bila orientasi seluruh kegiatan perusahaan berorientasi pada kepuasan pelanggan (*Customer Satisfaction*). Apabila diutarakan secara rinci, kualitas memiliki dua perspektif, yaitu perspektif produsen dan perspektif pelanggan atau konsumen, dimana bila kedua hal tersebut disatukan maka akan tercapai kesesuaian antara kedua sisi tersebut yang dikenal sebagai kesesuaian untuk digunakan oleh konsumen (Dorothea, 2004). Menurut Russel (1996), dapat di gambarkan seperti Gambar.



Sumber : Dorothea, 2004 : 6

GAMBAR 2.1
Perspektif Kualitas

Menurut Dorothea (2004) kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan kualitas pada proses produksi. Bahkan, yang terbaik adalah apabila perhatian pada kualitas bukan pada produksi akhir, melainkan proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*Work in Proses*), sehingga bila diketahui ada cacat atau kesalahan masih dapat diperbaiki. Dengan demikian produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas cacat atau *zero defect* dan tidak ada lagi pemboosan yang harus dibayar mahal karena produk yang cacat tersebut harus dibuang atau dikakukan pengerjaan ulang (*rework*).

Pengukuran kualitas pada industri jasa sulit sekali dilakukan karena karakteristik jasa pada umumnya tidak tampak, namun dalam metode 6σ hal sulit tersebut dapat dijalani dengan CTQ yang berdasarkan *voice of customer* berupa data dan fakta (Gasperz, 1997).

Pengukuran kualitas untuk produk fisik tidak sama dengan industri jasa. Walaupun demikian, ada beberapa dimensi yang digunakan dalam mengukur kualitas suatu industri jasa. Menurut Garvin (1996), dimensi kualitas pada industri jasa antara lain *Communication* (komunikasi), *Credibility* (kepercayaan), *Security* (keamanan), *Knowing the customer* (pemahaman produsen terhadap konsumen), *Tangibles* (dapat diukur atau ada standarnya), *Reliability* (konsistensi produsen), *Responsiveness* (tanggapan), *Competence* (kemampuan), *Access* (kemudahan menghubungi pelanggan), *Courtesy* (kesopanan, respek, perhatian).

Menurut Prawirosentono (2002), ada tiga alasan memproduksi produk berkualitas, yaitu :

1. konsumen yang membeli produk berdasarkan mutu, umumnya mempunyai loyalitas produk yang besar dibandingkan dengan konsumen yang membeli berdasarkan orientasi harga. Normalnya, konsumen berbasis mutu akan selalu membeli produk tersebut sampai saat produk tersebut membuat dia merasa tidak puas karena adanya produk lain yang lebih bermutu. Tetapi selama produk semula masih selalu melakukan perbaikan kualitas (*quality improvement*) dia akan tetap setia dengan tetap membelinya. Berbeda dengan konsumen berbasis harga, dia akan mencari produk yang harganya lebih murah, apapun merknya. Jadi konsumen terakhir tersebut tidak mempunyai loyalitas produk.
2. bersifat kontardiktif dengan cara pikir bisnis tradisional, ternyata bahwa memproduksi barang berkualitas tidak secara otomatis lebih mahal dengan memproduksi produk bermutu rendah. Banyak perusahaan menemukan bahwa memproduksi produksi produk bermutu tidak harus lebih mahal. Mengapa? Fakta menunjukkan, bahwa cara (*methods*) berproduksi untuk menghasilkan produk bermutu tinggi secara simultan meningkatkan produktivitas, antara lain mengurangi penggunaan bahan (*reduce material usage*) dan mengurangi biaya.
3. menjual barang tidak bermutu, kemungkinan banyak menerima keluhan dan pengembalian barang dari konsumen. Atau biaya untuk memperbaikinya (*after sales service*) menjadi sangat besar, selain memperoleh citra tidak baik. Belum lagi, kecelakaan yang diderita konsumen akibat pemakaian produk yang bermutu rendah. Konsumen tersebut mungkin akan menuntut ganti rugi melalui pengadilan.

2.3 GAMBARAN UMUM *SIX SIGMA*

6σ awalnya dicetuskan pada tahun 1964 ketika Dr. Joseph Juran menulis buku berjudul *Manajerial Breakthrough*. Buku tersebut membedakan antara kontrol, yang berarti tidak adanya perubahan, dan terobosan yang berarti perubahan (Wheat et al, 2004).

Motorola adalah perusahaan yang pertama kali menerapkan 6σ pada tahun 1986 dan menyempurnakan beberapa tekniknya. Sejumlah perusahaan, seperti Texas Instruments dan ABB, lalu menerapkannya, namun 6σ baru benar-benar dikenal luas setelah penerapannya di Allied Signal dan General Electric pada pertengahan tahun 90-an. Setelah itu baru kemudian banyak perusahaan lain yang mengikuti penerapan 6σ , seperti Dupont Chemical, Kodak (Wheat, et.al, 2004).

Menurut Gasperz (2002) 6σ yang diterapkan Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Banyak sistem manajemen kualitas, seperti : *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), ISO 9000, dan lain-lain, hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen, tanpa memberikan solusi yang ampuh dalam hal terobosan-terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas 6σ Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep 6σ telah mampu mengurangi tingkat cacat dengan sangat drastis.

Sugiharto (2003) menyatakan, ada berbagai macam opini tentang pengertian 6σ , diantaranya adalah sebagaimana yang diungkapkan Brue (2002) mendeskripsikan 6σ sebagai : a) konsep statistik untuk mengukur sebuah proses dimana tingkat kegagalannya sebesar 3,4 kali kemungkinan dari 1 juta kegiatan yang sama; b) filsafat manajemen yang memfokuskan diri pada pembatasan kegagalan melalui praktek yang mengutamakan pemahaman, pengukuran, serta penyempurnaan proses.

Ingle dan Roe (2001) merumuskan 6σ sebagai sebuah pendekatan yang sangat tertib, yang digunakan untuk membatasi penyimpangan dalam proses operasional, sehingga cacat produk menjadi kurang dari 3,4 bagi 1 juta proses barang dan atau jasa tertentu.

Rumusan tersebut mengarah pada pemahaman yang sama yaitu 6σ merupakan falsafah manajemen yang praktis, yang diperlukan oleh tiap-tiap perusahaan. Karena 6σ mengandung unsur-unsur pemahaman, pengukuran, dan penyempurnaan yang berkesinambungan terhadap proses kegiatan demi kepuasan pelanggan, sehingga kemungkinan terjadinya penyimpangan dapat ditekan sekecil-kecilnya.

Brue (2002) menjelaskan 6σ adalah konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat, 6σ pun merupakan falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses.

Menurut Miranda dan Amin (2002) 6σ adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan usaha, yang berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan

menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus-menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha.

Menurut Hendaridi (2006), 6σ dapat dijelaskan dalam dua perspektif, yaitu :

1. Perspektif Statistik

Sigma dalam statistik dikenal sebagai standar deviasi yang menyatakan nilai simpangan terhadap nilai tengah. Suatu proses dikatakan baik apabila berjalan pada suatu rentang yang telah disepakati. Rentang tersebut memiliki batas, yaitu batas atas USL (*Upper Specification Limit*) dan batas bawah LSL (*Lower Specificatioan Limit*). Proses yang terjadi diluar rentang disebut cacat (*defect*). Proses 6σ adalah proses yang hanya menghasilkan 3,4 DPMO. DPMO tidak hanya sekedar cacat saja, namun merupakan rasio cacat dibandingkan dengan peluang jumlah kemungkinan cacat yang terjadi.

2. Perspektif Metodologi

6σ merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analysize, Improve, Control*). DMAIC merupakan jantung analisis 6σ yang menjamin *voice of customers* berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan memuaskan keinginan pelanggan.

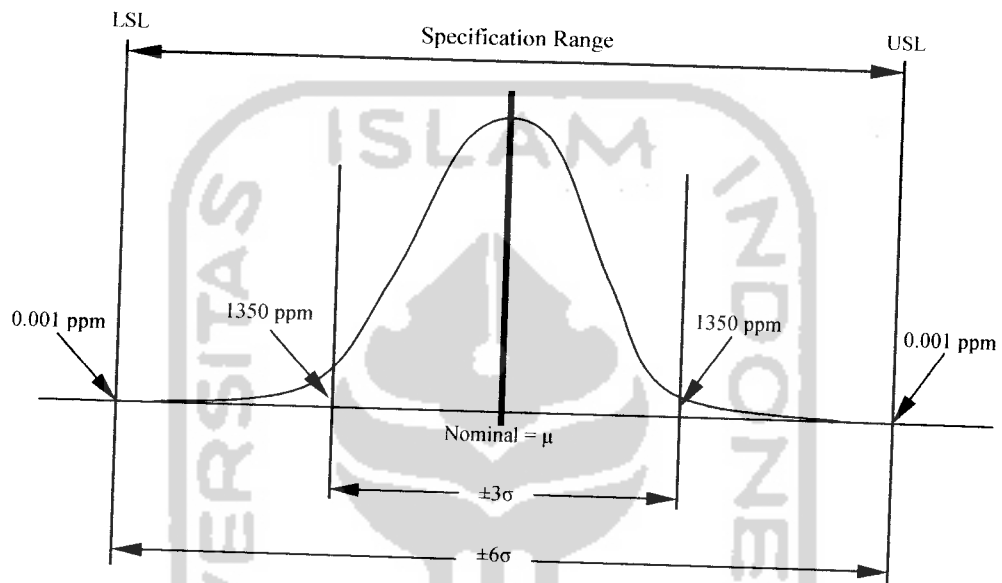
Kemampuan proses dari model kualitas tradisional (3σ) berbeda dari 6σ .

Menurut Pyzdek (2002), ada dua perbedaan mendasar, yaitu :

1. 3σ hanya diterapkan pada proses pabrikan, sementara 6σ diterapkan pada semua proses bisnis penting.

2. 3σ menetapkan bahwa proses “yang mampu” adalah yang memiliki proses standar deviasi tidak lebih dari seperenam total penyebaran yang diizinkan, di mana 6σ mensyaratkan standar deviasi tidak lebih dari seperdua belas dari total penyebaran yang diizinkan.

Perbedaan tersebut dapat juga dilihat pada gambar 2.2 di bawah.



Sumber : Pyzdek, 2002 : 120

Gambar 2.2

Distribusi Normal Untuk 3σ dan 6σ

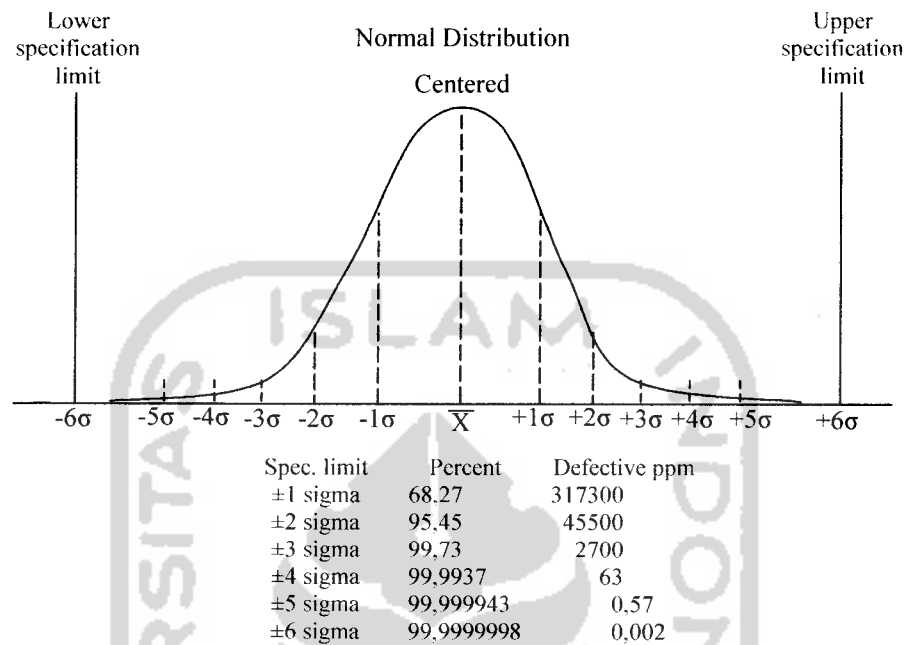
Gasperz (2002) menyatakan, apabila konsep 6σ diterapkan dalam bidang *manufacturing*, ada 6 aspek yang harus diperhatikan, yaitu : (1) identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan), (2) mengklasifikasi semua karakteristik kualitas sebagai CTQ (*critical-to-quality*) individual, (3) menentukan apakah setiap CTQ dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja, dll., (4) menentukan batas maksimum toleransi setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan, (5) menentukan

maksimum variasi setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ), dan (6) mengubah desain produk dan atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target 6σ , yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, Cpm minimum sama dengan 2 ($Cpm \geq 2$). Selanjutnya efektifitas dari upaya peningkatan proses dan keberhasilan dari aplikasi program 6σ dapat diukur melalui nilai Cpm yang terus meningkat.

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan atau jasa) diproses pada tingkat kualitas 6σ , perusahaan boleh mengharapkan 3,4 cacat per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966% dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian 6σ dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antarab pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target sigma yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga 6 sigma otomatis lebih baik daripada 4 sigma, 4 sigma lebih baik daripada 3 sigma. 6σ juga dapat dianggap sebagai suatu terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa di tingkat bawah. 6σ juga dapat dipandang sebagai pengendali proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*) (Gasperz, 2002).

Konsep 6σ murni atau konsep 6σ sejak awal dicetuskan pada dasarnya berbeda dengan 6σ yang diterapkan oleh Motorola dan 6σ yang berkembang sekarang ini. 6σ murni sesuai dengan distribusi normal terpusat (tidak bergeser) dimana tidak

mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) proses. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.2.

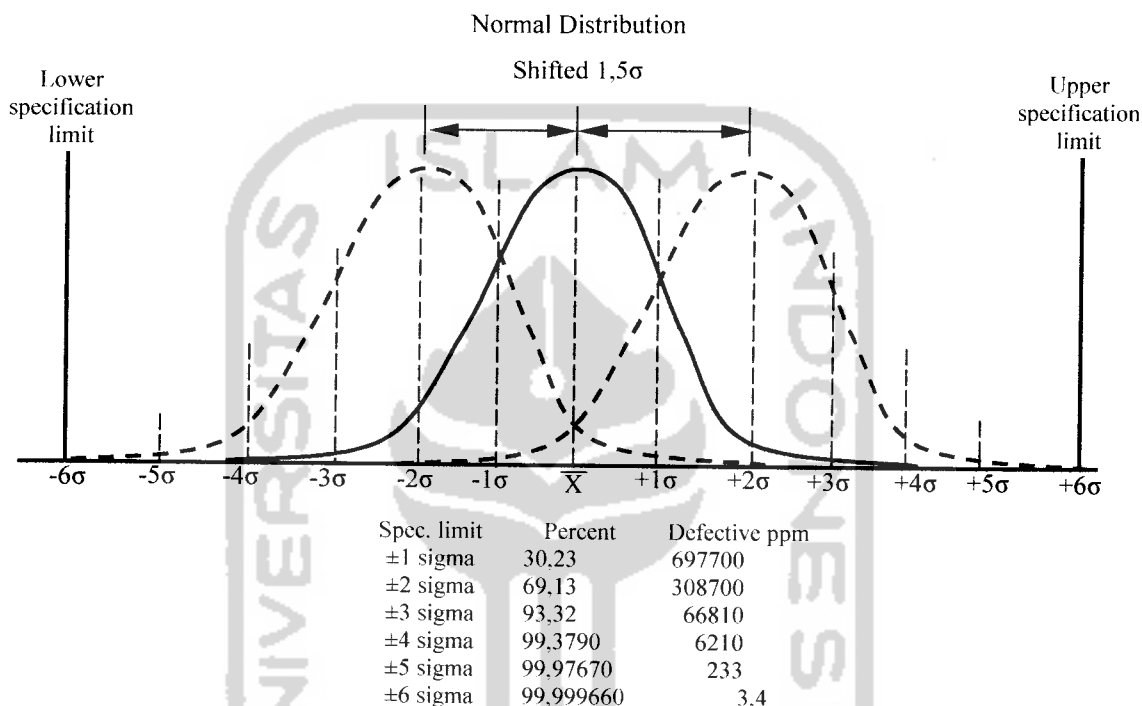


Sumber : Breyfogle, 1999 : 9

Gambar 2.3
Distribusi Normal Terpusat

Konsep 6σ murni merupakan suatu pengendalian kualitas yang sangat sempurna, karena menghasilkan 0,002 DPMO. Artinya hampir tidak ada peluang cacat atau kegagalan yang terjadi dalam proses. Tetapi pada kenyataannya sangat sulit untuk mencapai nilai tersebut dalam praktek sesungguhnya, karena untuk menghasilkan suatu proses yang bebas cacat atau kegagalannya 0 (nol) sangat tidak mungkin. Untuk itu Motorola melakukan sedikit modifikasi pada konsep 6σ . Pendekatan pengendalian proses 6σ Motorola mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar $\pm 1,5$ sigma, sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO. Dengan demikian

berdasarkan konsep 6 σ motorola berlaku toleransi penyimpangan : (*mean* – Target) = $(\mu - T) = \pm 1,5\sigma$ atau $\mu = T \pm 1,5\sigma$. Di sini μ merupakan nilai rata-rata proses, sedangkan σ merupakan ukuran variasi proses (Gasperz, 2002). Hal tersebut dijelaskan oleh gambar 2.3.



Sumber : Breyfogle, 1999 : 10

Gambar 2.4

Distribusi Normal Bergeser 1,5 sigma

2.4 ISTILAH DALAM KONSEP SIX SIGMA MOTOROLA

Menurut Gasperz (2002) ada beberapa istilah yang berlaku dalam metode 6 σ , yaitu :

1. *Defect* yaitu, kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.
2. *Defects Per Opportunity* (DPO). Adalah ukuran kegagalan yang dihitung dalam Program Peningkatan Kualitas 6 σ , yang menunjukkan banyaknya cacat atau

kegagalan per satu kesempatan. Dihitung menggunakan formula : $DPO =$ banyaknya cacat atau kegagalan yang ditemukan dibagi dengan (banyaknya unit yang diperiksa dikalikan banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan cacat).

3. *Defects Per Million Opportunities (DPMO)*. Yaitu ukuran kegagalan dalam Program Peningkatan Kualitas 6σ , yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari Pengendalian Kualitas 6σ Motorola sebesar 3,4 DPMO seharusnya tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 unit output yang cacat dari sejuta unit output yang diproduksi, tetapi diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO).
4. *Process Capability*, adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process Capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan. *Process Capability* hanya diukur untuk proses yang stabil, sehingga apabila proses dianggap tidak stabil maka proses itu harus distabilkan terlebih dahulu. Dengan demikian nilai standar deviasi yang digunakan dalam pengukuran *Process Capability* (Cpm) merupakan variasi yang melekat pada proses yang stabil (*common cause variation*).
5. *Variation*, merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan. Semakin kecil *variation* akan semakin disukai, karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. Variasi mengukur suatu

perubahan dalam proses atau praktek-praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil yang diharapkan.

2.5 METODOLOGI *SIX SIGMA* (6σ)

Metodologi 6σ menggunakan alat statistik untuk mengidentifikasi beberapa faktor vital, faktor-faktor yang paling menentukan untuk memperbaiki kualitas proses dan menghasilkan laba yang terdiri dari empat atau lima tahap (Brue,2002) :

1. mengidentifikasi proyek, tujuan, dan dapat diserahkan kepada pelanggan (internal dan eksternal).
2. mengukur kinerja sekarang dari proses-proses itu.
3. menganalisa dan menetapkan akar penyebab cacat itu.
4. memperbaiki proses untuk menghilangkan cacat.
5. mengendalikan kinerja proses-proses itu.

Faktor-faktor vital tersebut diatas menjadi metodologi yang digunakan dalam metode 6σ , yang dalam penerapannya biasa disebut DMAIC. Para professional 6σ mengatakan bahwa metodologi tersebut tidaklah kaku dan tidak masalah bila dinamakan DMAIC, MAIC, PCOR (berasal dari Akademi Angkatan Udara—*prioritize, characteristic, optimize, and realize*, yakni memprioritaskan, mencirikan, mengoptimalkan, dan mewujudkan), GETS (dari *GE Transportation System*—*gather, evaluate, transform, and sustain*; yakni mrngumpulkan, menilai, mengubah, dan memelihara) (Brue,2002).

Betapapun bervariasinya penyesuaian perusahaan terhadap 6σ , penyesuaian itu tidak akan melenceng dari persamaan pemecahan masalah dasar, yaitu $Y = f(x)$

atau $Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ yang menyatakan variabel Y adalah fungsi dari variabel x , dimana variabel Y adalah output dan variabel x menyatakan input-input. Dengan kata lain output proses adalah fungsi dari input-inputnya, dan untuk dapat memperoleh output (Y) yang berkualitas baik perusahaan harus dapat mengendalikan factor-faktor kunci atau input-inputnya (x). Persamaan pemecahan masalah yang sederhana ini berlaku sebagai penuntun bagi metodologi DMAIC 6σ (Wheat, et.al, 2004).

2.5.1 Define

Langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas 6σ . Pada tahap ini perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan : (1) kriteria pemilihan proyek 6σ , (2) peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek 6σ , (3) kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek six sigma, (4) proses-proses kunci dalam proyek 6σ beserta pelanggannya, dan (5) kebutuhan spesifik dari pelanggan, dan (6) pernyataan tujuan 6σ . Pada tahap awal ini alat Bantu yang dapat digunakan seperti, *CTQ drill down tree*, *Voice of Customer (VOC)*, diagram SIPOC (*supplier, input, process, output, and customer*).

2.5.2 Measure

Langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas 6σ . Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap measure, yaitu (1) memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan

kebutuhan spesifik dari pelanggan, (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, dan atau *outcome*, dan (3) mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, *output*, dan atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja (*performance baseline*) pada awal proyek 6σ .

Selama fase *measure*, fokus proyek 6σ adalah Y. Alat Bantu yang dapat digunakan pada tahap ini seperti, diagram pareto, FMEA (*failure mode effect analyze*-analisis moda efek kegagalan), MSA (*measurement system analyze*), pemetaan proses, dan statistik dasar.

2.5.3 Analyze

Merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas 6σ . Pada tahap ini kita perlu melakukan beberapa hal berikut : (1) menentukan stabilitas dan kapabilitas/kemampuan dari proses, (2) menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek 6σ , (3) mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kecacatan atau kegagalan, dan (4) mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*). Sesuai dengan persamaan pemecahan masalah di atas, pada tahap ini mulai menetapkan beragam yang menyebabkan Y bereaksi tidak sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada tahap *analyze* dapat menggunakan alat bantu seperti, nilai kapabilitas proses, diagram sebab akibat, tes hipotesis.

2.5.4 Improve

Pada tahap keempat ini perlu ditetapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas 6σ . Pada dasarnya rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus di rencanakan pada tahap ini. Pengembangan rencana tindakan merupakan tahap penting dalam program peningkatan kualitas 6σ , yang berarti bahwa dalam tahap ini tim peningkatan kualitas 6σ harus memutuskan apa yang harus dicapai. Pada tahap ini fokus permasalahan adalah mengendalikan variabel X. Alat Bantu yang dapat digunakan seperti, *design of experiment* (DOE), diagram sebab akibat, analisis regresi.

2.5.5 Control

Merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas 6σ . Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandardisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim 6σ kepada pemilik atau penanggungjawab proses, yang berarti proyek 6σ berakhir pada tahap ini. Pada tahap terakhir ini alat Bantu mutu seperti halnya pembuktian kesalahan, diagram kontrol, sistem mutu dimanfaatkan untuk memastikan lenyapnya masalah-

masalah yang timbul pada variabel X, sehingga dapat menghasilkan output (Y) yang berkualitas baik.

2.6 MANFAAT SIX SIGMA

Menurut Brue (2002) manfaat yang diperoleh perusahaan yang menerapkan 6σ , meliputi :

1. Uang

Uang umumnya merupakan alasan utama penggunaan 6σ . Proses-proses yang tidak efisien, memboroskan waktu dan sumber lainnya. Penyimpangan-penyimpangan dalam proses perusahaan yang dipandang wajar rawan menimbulkan biaya untuk pengerjaan ulang, bertambahnya waktu siklus, berkurangnya laba perusahaan sebagai akibat ketidakpuasan pelanggan, timbulnya biaya-biaya ekstra karena output yang dihasilkan kurang memenuhi persyaratan pelanggan. Dengan menerapkan 6σ yang berfokus pada kepuasan pelanggan, biaya-biaya karena pemborosan tersebut akan berkurang bahkan akan hilang sama sekali.

2. Kualitas

Merupakan tujuan utama penggunaan 6σ mengingat mutu mengandung keunggulan-keunggulan sebagai ; pembangkit hasrat kerja karyawan, unsur yang menanamkan sikap dan kebiasaan yang positif, pemikat investor. 6σ bukan sekadar kualitas, melainkan jenjang kualitas yang hampir sempurna (tingkat akurasinya 99,9997%).

3. Kepuasan Pelanggan

6 σ membantu perusahaan untuk senantiasa menyempurnakan kinerja proses, barang dan jasa yang dihasilkan, agar persepsi pelanggan sama dengan harapannya.

4. Dampaknya bagi Karyawan

Jika perusahaan bersepakat melaksanakan 6 σ guna menyempurnakan proses, memenuhi harapan pelanggan, menghemat biaya, dan lain-lain, maka dapat dipastikan karyawan menopang sepenuhnya. 6 σ meningkatkan moral kerja dan kebanggaan karyawan.

5. Pertumbuhan Bisnins

Jika manajemen berhasil mewujudkan 6 σ sehingga mampu memenuhi harapan pelanggan secara efektif, dan kepuasan mereka bertambah-bertambah, pada gilirannya penghasilan perusahaan akan meningkat, akibatnya tersedianya dana untuk mengembangkan perusahaan.

6. Keunggulan Kompetitif

6 σ menjanjikan kepada perusahaan-perusahaan pengguna untuk memperoleh keunggulan bersaing antara lain melalui : penghematan biaya operasional yang memungkinkan penetapan harga jual produk lebih bersaing, memenuhi harapan dan kepuasan pelanggan secara efektif dan efisien, memperoleh reputasi di bidang kualitas, mengembangkan budaya dan kebanggaan berdedikasi pada pelanggan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian ini dan untuk lebih mempermudah memecahkan persoalan yang dihadapi, maka perlu diuraikan terlebih dahulu cara-cara yang diperlukan untuk pemecahan masalah tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa langkah, dengan diagram alir (*flow chart*) seperti pada gambar 3.7.

3.1 OBJEK PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang Magelang Jawa Tengah. Perusahaan ini bergerak dalam bidang manufaktur yang memproduksi bermacam produk benang tenun seperti, cotton, rayon dan polyester. Pada penelitian ini, yang menjadi obyek penelitian adalah proses produksi produk benang tenun cotton. Produk yang menjadi objek penelitian adalah benang tenun rayon Ne 30.

3.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian masalah yang dihadapi, yaitu bagaimana memperbaiki dan menghilangkan pemborosan dan cacat yang terjadi pada proses produksi produk benang tenun rayon Ne 30.

3.3 PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian ini ada beberapa metode yang digunakan untuk pengumpulan data, yaitu :

3.3.1 Metode Observasi

Yaitu melakukan pengamatan dan pencacatan langsung terhadap obyek yang diteliti dan data-data yang dibutuhkan untuk sampel. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *non probability sampling* jenis *purposive sampling* artinya tidak semua data yang ada di perusahaan diambil, hanya data-data tertentu yang sesuai dengan tujuan spesifik penelitian saja yang diambil.

3.3.2 Metode Wawancara

Yaitu mengajukan pertanyaan-pertanyaan secara langsung kepada responden untuk mendapat data-data yang diperlukan.

3.3.3 Studi Kepustakaan

Yaitu studi literatur-literatur penunjang yang dapat mendukung dalam pengumpulan data dan membahas obyek yang diteliti.

3.3.4 Literatur Data Perusahaan

Yaitu studi literatur-literatur penunjang yang dapat mendukung dalam pengumpulan data dan membahas obyek yang diteliti.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Struktur manajemen perusahaan.

2. Proses produksi kunci beserta pelanggan.

Proses-proses kunci dari sistem produksi, sekuens proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan di sini dapat menjadi pelanggan eksternal maupun internal.

3. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) proses produksi perusahaan.

Standar mutu perusahaan terhadap produk, *quality control* yang diterapkan manajemen perusahaan.

4. Spesifikasi pelanggan terhadap produk.

Persyaratan-persyaratan output yang menjadi nilai mutu produk yang diproduksi perusahaan. Juga persyaratan pelanggan terhadap kebutuhan produk yang diproduksi.

5. Karakteristik kualitas pada setiap tingkatan.

Pengukuran terhadap karakteristik kualitas pada tiga tingkat, yaitu: tingkat proses, tingkat output, dan tingkat outcome.

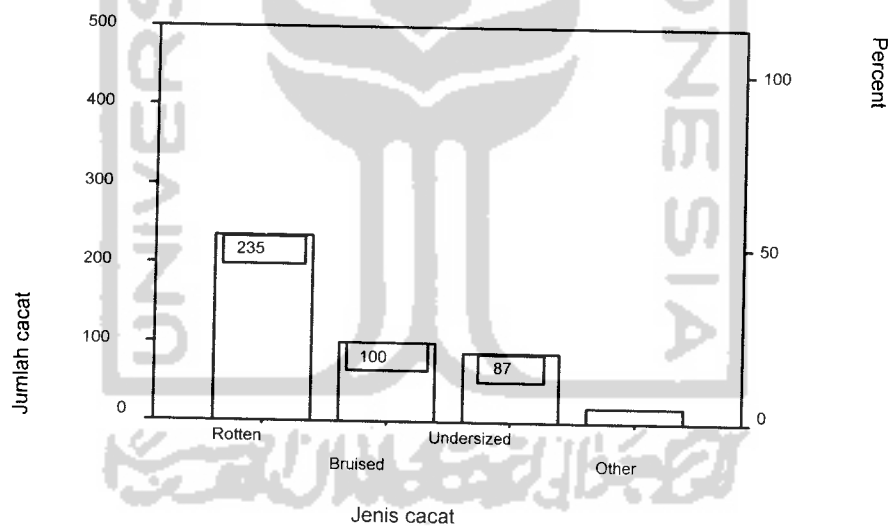
3.4 PENGOLAHAN DATA

3.4.1 Tahap *Define*

Pada tahap ini perlu didefinisikan beberapa hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma* (6σ) dan menentukan variabel kritis terhadap kualitas (CTQ). Pada tahap awal ini alat Bantu digunakan seperti :

1. Diagram Pareto

Vilfredo Pareto, seorang ekonom Itali, menemukan aturan 80/20 dengan melakukan studi akan distribusi kekayaan dari berbagai negara. Ia menyimpulkan bahwa 20% minoritas menguasai 80% kekayaan masyarakat. Aturan ini tetap relevan diterapkan pada berbagai bidang, termasuk dalam inisiatif pengembangan kualitas : 20% dari kecacatan akan menyebabkan 80% dari masalah. Penelitian lebih lanjut oleh Dr. Juran dalam manajemen kualitas menyatakan aturan *vital few and trivial many* atau 20% dari sesuatu bertanggung jawab akan 80% hasil-hasilnya. Aturan ini juga berarti sesuatu yang sedikit (20%) adalah vital dan yang banyak (80%) adalah sepele (Hendardi, 2006).



Sumber : Miranda, 2002 : 73

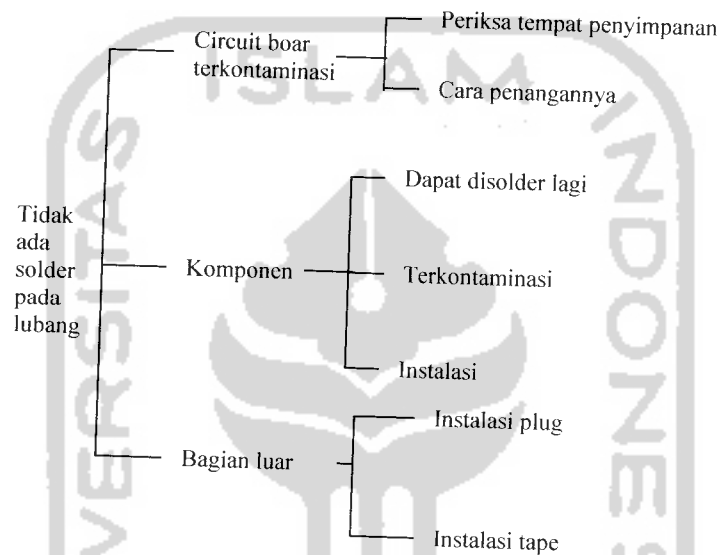
GAMBAR 3.1

Contoh Diagram Pareto

2. CTQ Drill Down Tree (diagram pohon)

Diagram pohon digunakan untuk memecahkan atau membagi ide-ide menjadi terinci. Tujuannya membagi ide atau masalah besar menjadi komponen yang

lebih kecil, membuat ide lebih mudah dipahami, atau mempermudah pemecahan masalah. Karena pada level tertentu pemecahan masalah lebih mudah dilakukan. Perbaikan mutu dilakukan mulai dari bagian kanan diagram menuju ke bagian kiri. Kegunaan lainnya adalah menunjukkan tujuan sebelah kiri diagram dan alat untuk melengkapinya adalah bagian yang kanan.



Sumber : Miranda, 2002 : 79

GAMBAR 3.2
Contoh Diagram Pohon

3. SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customers*)

Terhadap setiap proyek *Six Sigma* yang telah dipilih, harus didefinisikan proses-proses kunci, sekuens proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan di sini dapat menjadi pelanggan internal maupun eksternal. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan, sebelumnya perlu diketahui model proses “SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)”. SIPOC merupakan suatu alat yang berguna dan paling banyak digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses (Gasperz, 2002).

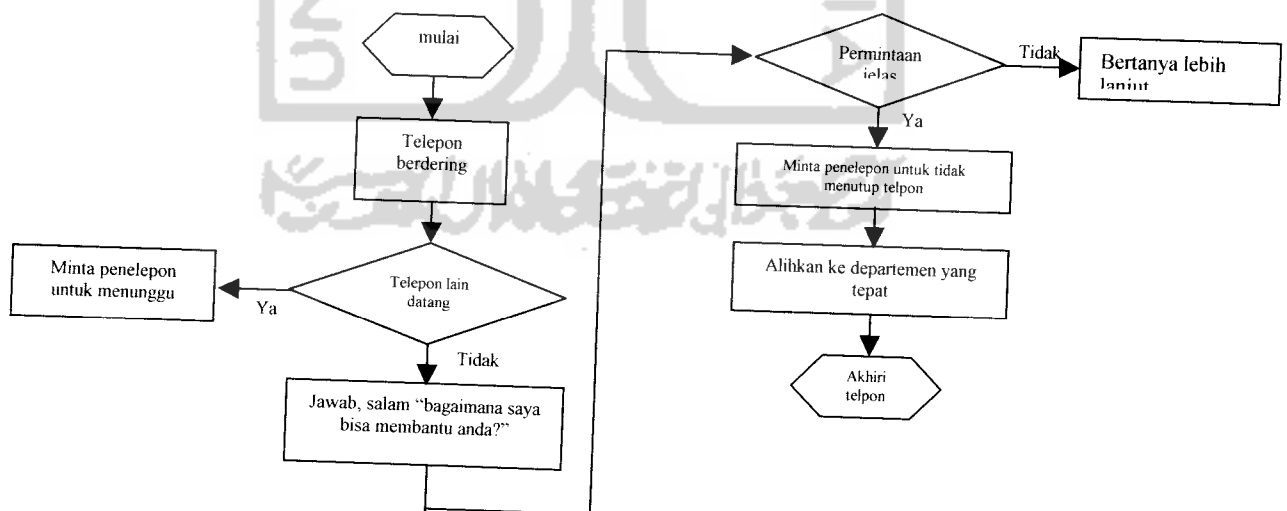
Supplier	Input	Process	Output	Customer
PT. X PPC	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Check form</i> • Instruksi kerja • <i>Shop drawing</i> • <i>Material crank</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan peoses sesuai dengan <i>process chart</i> untk komponen <i>crank</i> dan instruksi kerja • Menandatangani instruksi kerja • Mengisi <i>check form</i> • Mengisi NCR jika ada komponen yang cacat 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen <i>crank</i> yang bebas cacat • Instruksi kerja yang telah ditandatangani • <i>Check form</i> yang telah diisi • Dokumen NCR yang telah diisi 	<i>Pumping departemen</i>

Sumber : Zagloed, et.al., 2003 : 521

TABEL 3.1
Contoh Diagram SIPOC

4. Pemetaan proses (diagram alir proses)

Peta proses merupakan gambaran grafik dari suatu proses, menunjukkan urutan tugas menggunakan versi yang dimodifikasi dari symbol bagan alir (*flow chart*) standar. Peta proses menciptakan lambang untuk membantu orang dalam membahas perbaikan proses (Pyzdek, 2002).



Sumber : Pande&Holpp, 2002 : 67

GAMBAR 3.3
Contoh Diagram Alir Proses

3.4.2 Tahap *Measure*

Mengidentifikasi *performance* proses dan proses internal kunci yang mempengaruhi CTQ. Alat Bantu yang digunakan pada tahap ini seperti :

1. FMEA (*Failure Mode Effect Analysize*)

Adalah suatu prosedur yang memungkinkan untuk mengantisipasi kegagalan, mengidentifikasi, serta mencegahnya. FMEA memberikan skema jenis cacat, parahnya cacat, peluang terjadinya, dan apakah ada sistem untuk mendeteksinya secara semestinya. Kemudian FMEA memperkirakan angka “prioritas risiko” pada cacat itu, untuk merasio keparahan dan urgensi cacat itu (Brue, 2002).

FMEA mencakup tiga tahap besar, yaitu : sistem, desain dan proses. Perbedaan diantara ketiga FMEA tersebut adalah FMEA sistem berfokus pada potensi kegagalan produk terkait dengan fungsi sistem yang disebabkan oleh fungsi sistem, FMEA desain berfokus pada potensi kegagalan produk yang terkait dengan defisiensi desain, sedangkan FMEA proses berfokus pada potensi kegagalan produk terkait dengan proses manufaktur atau *assembly* (Saptadi, et.al, 2003). Dalam penelitian ini kami hanya berfokus pada FMEA proses.

Langkah-langkah FMEA :

- a. Identifikasi proses atau produk
- b. Daftarkan masalah-masalah yang mungkin timbul
- c. Beri skala pada masalah berdasarkan keparahannya (*severity*), kejadian (*occurance*), kemampuan terdeteksi (*detection*). Gunakan skala 1 (*best*) – 10 (*worst*).
- d. Hitung RPN (*Risk Periority Number*).

$$\text{RPN} = \text{SEV} \times \text{OCC} \times \text{DET}$$

...persamaan (3.1)

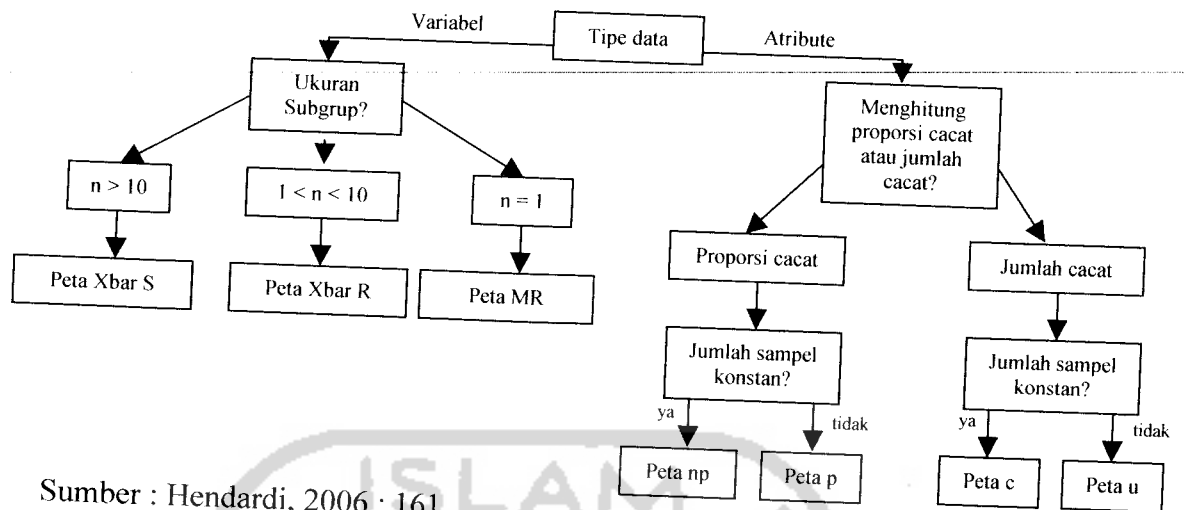
- e. Ambil tindakan untuk mengurangi resiko. Prioritas yang mempunyai RPN tertinggi (>120)..

2. Peta Kendali (*Control Chart*)

Menurut Hendardi (2006), fungsi umum diagram kontrol adalah sebagai berikut :

- a. Membantu mengurangi variabilitas
- b. Memonitor kinerja setiap proses
- c. Memungkinkan proses koreksi untuk mencegah cacat
- d. Trend dan kondisi di luar kendali terdeteksi secara cepat

Peta kendali juga digunakan untuk mengukur variasi yang terjadi proses. Variasi proses sendiri terdiri dari dua macam penyebab, yaitu variasi penyebab umum (*common cause*) yaitu variasi yang sudah melekat pada proses, dan variasi penyebab khusus (*special cause*) yaitu variasi yang bersumber dari luar sistem yang mempengaruhi proses. Variasi penyebab khusus dapat bersumber dari faktor—faktor manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Ciri utama variasi penyebab khusus adalah adanya pola non random yang sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati batas-batas kendali. Idealnya, hanya variasi penyebab umum yang ditunjukkan atau yang tampak dalam proses, karena hal tersebut menunjukkan bahwa proses berada dalam kondisi stabil dan dapat diprediksi (Dorothea, 2004).



Sumber : Hendardi, 2006 : 161

GAMBAR 3.4

Hierarki Pemilihan Peta Kontrol

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 2 macam peta kontrol, yaitu peta kontrol data variabel \bar{X} & R dengan ukuran sample (n subgrup) = 5 untuk mengukur kinerja pada tingkat proses dan peta kontrol data atribut C untuk mengidentifikasi banyaknya ketidaksesuaian (cacat) dalam satu unit benang tenun dengan ukuran sampel yang konstan.

a. Peta kontrol variabel \bar{X} & R

Metode ini digunakan untuk menggambarkan variasi atau penyimpangan yang terjadi pada kecenderungan memusat dan penyebaran observasi. Metode ini juga dapat menunjukkan apakah proses dalam kondisi stabil atau tidak stabil.

Dalam proses pengendalian peta pengendali statistik mendeteksi adanya sebab khusus dalam ketidaksesuaian yang terjadi. Apabila data sample berada di luar batas pengendali, maka data sampel tersebut disebut berada di luar batas pengendali statistik (*out of statistical control*). Sebaliknya, apabila data

sampel berada di dalam batas pengendali maka data sampel disebut berada di dalam batas pengendali statistik (*in statistical control*). Proses yang berada dalam batas pengendali statistik dikatakan berada dalam kondisi stabil dengan kemungkinan adanya variasi yang disebabkan oleh sebab umum. Penyimpangan yang disebabkan oleh sebab khusus biasanya berada di luar batas pengendali. Biasanya antara 80% - 85% penyimpangan disebabkan oleh adanya sebab umum. Sedangkan antara 15% - 20% disebabkan oleh adanya sebab khusus (Dorothea, 2004).

Menurut Besterfield (1998), manfaat pengendalian kualitas proses untuk data variable adalah memberikan informasi mengenai :

- 1) Perbaiki kualitas
- 2) Menentukan kemampuan proses setelah perbaikan proses tercapai
- 3) Membuat keputusan yang berkaitan dengan spesifikasi produk. Jika kemampuan proses $\pm 0,03$ dan spesifikasi $\pm 0,004$ maka hal ini adalah realitis dan biasanya disebabkan oleh karyawan operasi.
- 4) Membuat keputusan yang berkaitan dengan proses produksi.
- 5) Membuat keputusan terbaru yang berkaitan dengan produk yang dihasilkan.

Rumus untuk menentukan garis pusat dan batas kendali dari peta kontrol variabel \bar{X} & R, adalah :

- 1) Peta \bar{X} :

$$UCL \text{ (Upper Control Limit)} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad \dots \text{persamaan (3.2)}$$

$$\text{Garis pusat} = \bar{\bar{X}} \quad \dots \text{persamaan (3.3)}$$

$$LCL \text{ (Lower Control Limit)} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \dots \text{persamaan (3.4)}$$

2) Peta R :

$$UCL = D_4 \bar{R} \dots \text{persamaan (3.5)}$$

$$\text{Garis pusat} = \bar{R} \dots \text{persamaan (3.6)}$$

$$LCL = D_3 \bar{R} \dots \text{persamaan (3.7)}$$

Dimana :

UCL = Upper Control Limit (batas kendali atas)

LCL = Lower Control Limit (batas kendali bawah)

$\bar{\bar{X}}$ = rata-rata keseluruhan subgroup

\bar{S} = standar deviasi keseluruhan subgroup

\bar{R} = range (rentang) keseluruhan subgroup

A_2, D_3, D_4 = konstanta

b. Peta kontrol atribut C

Peta pengendali inidigunakan untuk mengadakan pengujian terhadap kualitas proses produksi dengan mengetahui banyaknya kesalahan pada satu unit produk sebagai sampelnya. Bedanya, unuk jumlah sampel yang konstan dapat digunakan peta pengendali banyaknya kesalahan dalam satu unit produk yang sama atau peta pengendali C (*C-chart*), tetapi apabila sample yang diambil bervariasi atau memang seluruh produk yang dihasilkan diuji, maka digunakan peta pengendali banyaknya kesalahan dalam satu unit produk yang berbeda atau peta pengendali U (*U-chart*). Cacat produk yang diuji menggunakan peta kendali C dan peta kendali U ini misalnya mengetahui

berapa jumlah bercak pada sebidang tembok, mengetahui jumlah gelembung udara pada gelas, mengetahui jumlah kesalahan pemasangan sekrup pada mobil, dan sebagainya.

Adapun untuk menentukan garis tengah, batas atas, dan batas bawah, adalah :

1) Peta C :

$$UCL \text{ (Upper Control Limit)} = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \quad \dots \text{persamaan (3.8)}$$

$$\text{Garis pusat} = \bar{C} \quad \dots \text{persamaan (3.9)}$$

$$LCL \text{ (Lower Control Limit)} = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \quad \dots \text{persamaan (3.10)}$$

Dimana :

UCL = Upper Control Limit (batas kendali atas)

LCL = Lower Control Limit (batas kendali bawah)

\bar{C} = jumlah ketidaksesuaian

3. Analisis Kapabilitas Proses

Keberhasilan implementasi 6 σ ditunjukkan melalui peningkatan nilai kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*) (Gasperz, 2002 : 13). Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan ekspektasi pelanggan (Gasperz, 2002 : 7). Ada tiga macam indeks kapabilitas proses yang digunakan :

$$\text{a. } C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \dots \text{persamaan (3.11)}$$

$$\text{b. } C_{pk} = \frac{(USL - \mu)}{3\sigma} \text{ atau } \frac{(\mu - LSL)}{3\sigma} \quad \dots \text{persamaan (3.12)}$$

$$c. C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{6\sqrt{(\mu - T)^2 + \sigma^2}} \dots \dots \dots \text{..persamaan (3.13)}$$

Untuk proses yang memiliki 2 batas spesifikasi dan nilai target.

$$d. C_{pm} = \frac{\{2 \text{ absolut}(USL - \bar{X})\}}{\{6\sqrt{(\bar{X} - \bar{X})^2 + s^2}\}} = \frac{\text{Absolut}(USL - \bar{X})}{\{3\sqrt{s^2}\}} \dots \dots \dots \text{..persamaan (3.14)}$$

Untuk proses yang hanya memiliki satu batas spesifikasi saja (USL atau LSL).

$$e. C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left\{ \frac{(\bar{X} - T)^2}{s} \right\}}} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left\{ \frac{(\bar{X} - \bar{X})^2}{s} \right\}}} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1+0}} = C_{pk} \text{ persamaan (3.15)}$$

Dimana :

USL : *Upper Specification Limit*/Batas spesifikasi atas

LSL : *Lower Specification Limit*/Batas spesifikasi bawah

μ : Rata-rata proses

T : nilai Target

σ^2 : nilai variansi proses

4. Menghitung Nilai Tingkat Kualitas *Sigma* (*Sigma Quality Level*)

Dapat menggunakan tabel konversi atau menggunakan *6 σ calculator* pada *software Statistica versi 6.0*.

a. Menghitung DPO, menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.

$$DPU = \frac{D}{U} \dots \dots \dots \text{..persamaan (3.16)}$$

$$DPO = \frac{D}{U \times Opp} \dots \dots \dots \text{..persamaan (3.17)}$$

b. Menghitung DPMO :

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad \dots \text{persamaan (3.18)}$$

$$\left[1 - P\left(Z \leq \text{absolut}(USL - \bar{X})\right)\right] \times 1.000.000 \quad \dots \text{persamaan(3.19)}$$

c. Menghitung *Yield* (Y)

$$Y_{TP} = e^{-DPU} \quad \dots \text{persamaan (3.20)}$$

d. Konversi nilai DPMO ke nilai kapabilitas *Sigma*

$$\text{Kapabilitas } \sigma = Z_Y + 1,5_{\text{shift}} \quad \dots \text{persamaan(3.21)}$$

Dimana :

D = Banyaknya cacat atau kegagalan yang ditemukan

U = Banyaknya unit yang diperiksa (sampel)

Opp = Banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan cacat

Y_{TP} = Area di bawah kurva kepadatan probabilitas yang masih berada dalam batas toleransi. Dalam distribusi *Poisson*, *Yield* adalah besarnya probabilitas dengan tingkat kegagalan sebesar nol.

Z_Y = Nilai Z untuk *Yield* dalam batas kurva distribusi normal

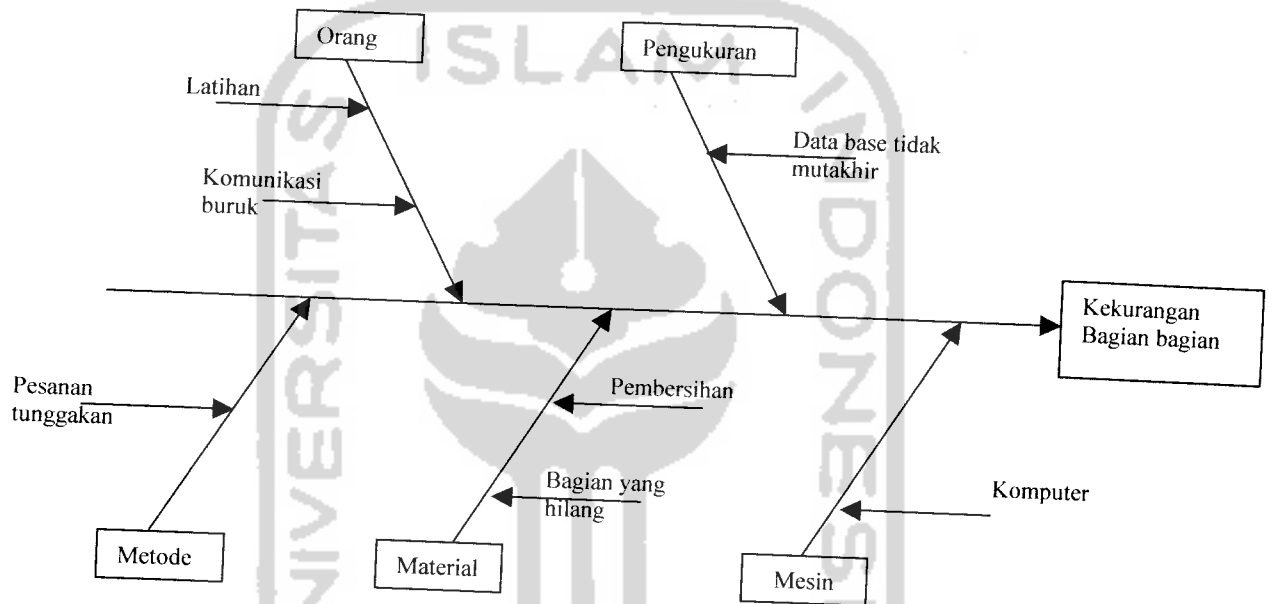
$1,5_{\text{shift}}$ = Pergerakan atau pergeseran variasi proses dari nilai rata-rata (target)

3.4.3 Tahap *Analyze*

Mendeteksi variabel utama yang menyebabkan kegagalan, mengidentifikasi faktor-faktor sukses yang harus dilakukan untuk mewujudkan peningkatan. Dapat menggunakan alat bantu seperti :

1. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengorganisasikan informasi hasil brainstorming sebab-sebab suatu masalah. Diagram ini sering disebut juga dengan diagram fishbone atau Ishikawa. Disebut diagram fishbone karena bentuknya mirip dengan tulang ikan dan disebut Ishikawa untuk menghormati sang penemu yaitu ahli kualitas dari Jepang Kaoru Ishikawa (Hendradi, 2006).



Sumber : Brue, 2002 : 123

GAMBAR 3.5

Contoh Diagram Sebab akibat

2. Analisis Regresi dan Korelasi

Analisis korelasi merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Pada *Six Sigma* analisis korelasi digunakan untuk mengidentifikasi proses kunci variabel input, yaitu beberapa variabel input vital yang mempunyai pengaruh paling besar dalam output dan produk atau kualitas layanan sebuah proses. Koefisien korelasi atau

yang disebut r , adalah ukuran statistik pada kekuatan-kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Nilai r berkisar antara $-1,00$ sampai $+1,00$. Sebuah korelasi yang sempurna ditandai dengan nilai $1,00$ (baik positif ataupun negatif). Nilai 0 (nol) menunjukkan tidak adanya korelasi.

Analisis regresi adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan matematis antara sebuah variabel output (Y) dan satu atau lebih variabel input (X). Hubungan matematis dinyatakan dalam bentuk model regresi yang digunakan untuk meramalkan nilai variabel output sebagai sebuah fungsi nilai variabel input. Pada *Six Sigma* analisis regresi digunakan untuk memperkirakan tingkat output sebuah proses, contohnya hasil proses, kecacatan produk, dan lain sebagainya (Rath&Strong, 2005).

3.4.4 Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan penerapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas 6σ . Rencana tindakan didasarkan pada identifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas yang telah dilakukan pada tahap *analyze*. Pada tahap ini sebagai rencana tindakan perbaikan dibuat rancangan usulan solusi yang dapat diusulkan untuk meningkatkan kualitas dimana solusi potensial mempertimbangkan masukan-masukan dari pihak-pihak terkait. Solusi potensial tersebut digunakan untuk melakukan perbaikan yang terus-menerus untuk mencapai tingkat kegagalan yang seminimal mungkin.

rancangan s

3.4.5 Tahap Control

dapat menye

Pada tahap terakhir ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandardisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan prosedur kerja standar.

3.6 Kesir

Penar

dalam penel

Penarikan k

ditetapkan

Saran

Pada tahap ini alat Bantu mutu seperti halnya pembuktian kesalahan, diagram kontrol, sistem mutu dimanfaatkan untuk memastikan lenyapnya masalah-masalah yang timbul pada variable X, sehingga dapat menghasilkan output (Y) yang berkualitas baik.

penyelesaian

saran-saran

metode per

kasus yang l

memiliki ka

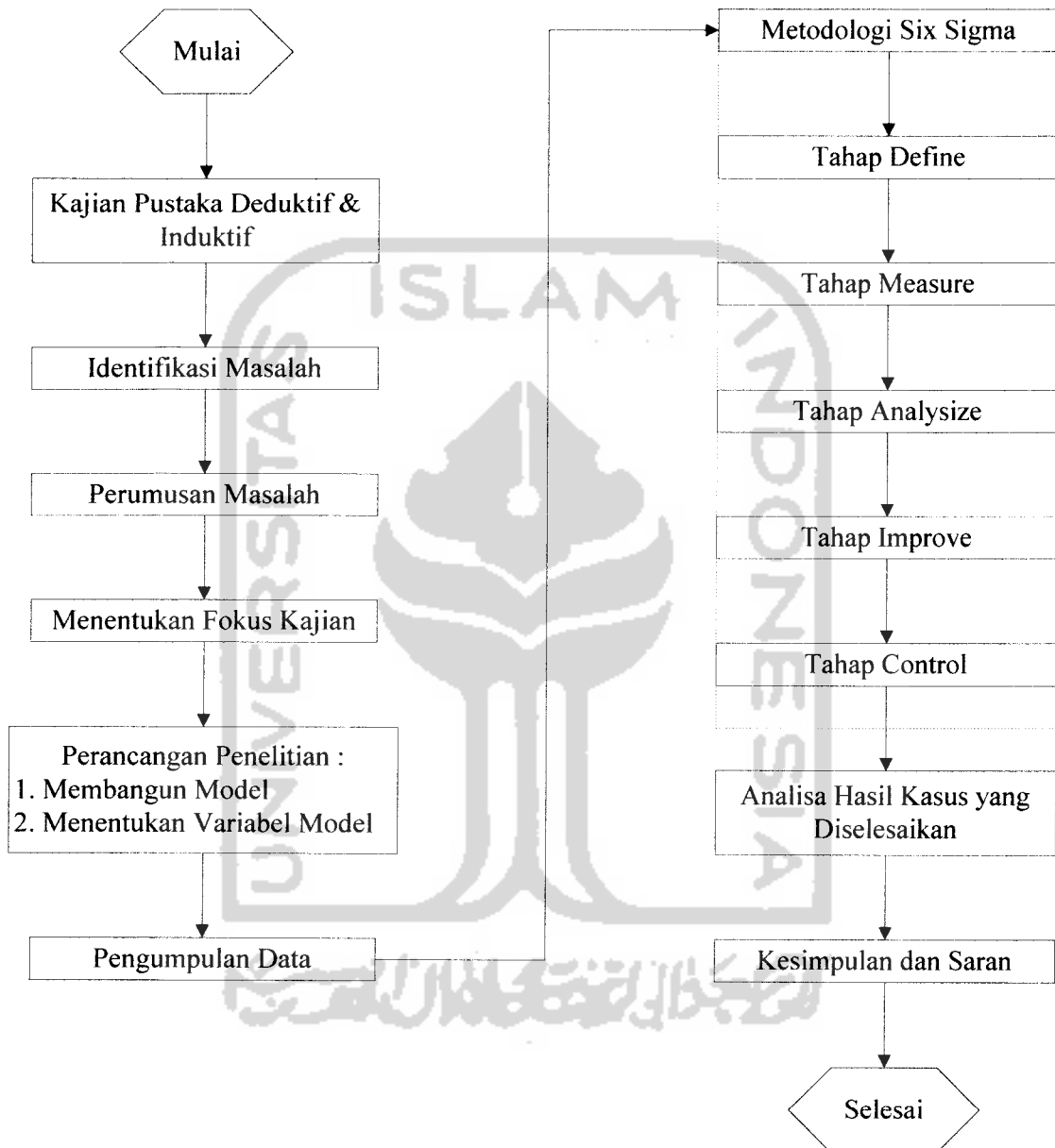
Dalam melakukan pengolahan data di penelitian ini, untuk memudahkan dan mendapatkan hasil perhitungan yang akurat dan efisien, maka semua pengolahan data menggunakan alat bantu perangkat lunak (*software*) SPSS 11 dan MINITAB 13 yang dioperasikan pada *personal computer* (PC) Intel Pentium D dengan *memory* 512 MB.

3.5 Analisa Kasus yang Diselesaikan

Dalam langkah ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran lengkap mengenai metode 6σ yang telah diterapkan yang mengarah kepada analisa kasus yang akan dipecahkan.

Metode 6σ yang telah diterapkan dan telah ditemukan faktor-faktor kunci dari input proses yang mempengaruhi output, kemudian disesuaikan dengan model pemecahan masalah 6σ . Kemudian menganalisa hasil penerapan metode 6σ apakah ada kemajuan atau peningkatan kualitas berdasarkan indikator 6σ *Quality Level*. Setelah metode pemecahan masalah 6σ menunjukkan rencana perbaikan kemudian

3.7 Flow Chart Pemecahan Masalah



GAMBAR 3.6
Diagram Alir Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Penelitian ini dilakukan di Departemen Produksi PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang Magelang. Unit Patal Secang merupakan salah satu cabang perusahaan unit produksi pabrik pemintalan (Patal) PT. Industri Sandang Nusantara.

4.1 PENGUMPULAN DATA

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Pembangunan dimulai pada tahun 1962 atas bantuan kredit Pemerintah Inggris di atas tanah seluas 16,7 hektar. Pada awalnya pembangunan dilaksanakan oleh LEPPIN KARYA YASA, kemudian dijadikan Proyek Mandataris Presiden pada tahun 1965 pengelolanya dialihkan pada KOPROSAN (Komando Proyek Sandang) Departemen Perindustrian Tekstil. Dari tahun 1967 sampai dengan tahun 1978 berada di bawah P.N. INDUSTRI SANDANG, kemudian pada tahun 1978 sampai dengan tahun 2000 P.N. INDUSTRI SANDANG menjadi dua, yaitu :

1. PT. Industri Sandang I
2. PT. Industri Sandang II

PT. Industri Sandang I, berkantor pusat di Jakarta yang membawahi :

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| a. Pabrik Tekstil Senayan | Jakarta |
| b. Patal Cipayung | Bandung, Jawa Barat |

- | | |
|--------------------|---------------------|
| c. Patal Banjaran | Bandung, Jawa Barat |
| d. Patal Bekasi | Bekasi, Jawa Barat |
| e. Patal Palembang | Sumatera Selatan |

PT. Industri Sandang II, berkantor pusat di Surabaya yang membawahi :

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| a. Patal Tonpan | Denpasar, Bali |
| b. Patal Garti | Pasuruan, Jawa Timur |
| c. Patal Lawang | Lawang, Jawa Timur |
| d. Patal Secang | Magelang, Jawa Tengah |
| e. Pabrik Tenun (Patun) Madurateks | Kamal, Madura |
| f. Patun Makateks | Makasar, Sulawesi Selatan |

Berdasarkan Keppres RI No. 14 tahun 1983 terhitung 1 Januari 1982.

Perusahaan Daerah Sandang Jawa Tengah diintegrasikan ke dalam PT. Industri Sandang II, terdiri dari :

- | | |
|--------------------|----------------------|
| a. Patal Cilacap | Cilacap, Jawa Tengah |
| b. Pabriteks Tegal | Tegal, Jawa Tengah |
| c. Patun Muriateks | Kudus, Jawa Tengah |
| d. Patun Infiteks | Ceper, Jawa Tengah |

Terhitung 1 Januari 1995 Patun Madurateks digabungkan ke Patal Lawang, sedangkan Patun Muriateks dan Patun Infiteks digabung ke Patal Secang.

Berdasarkan keputusan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) luar biasa tanggal 22 Mei 2000, PT. Industri Sandang I bergabung dengan PT. Industri Sandang II dan setelah terbitnya SK Menteri Hukum dan Perundang-undangan N0. C 10721

HT. 01.04. TH 2000 tanggal 25 Mei 2000 bergabungnya 4 unit pabrik pemintalan PT.

Industri Sandang I, yaitu :

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1. Patal Kerawang | Kerawang, Jawa Barat |
| 2. Patal Bekasi | Bekasi, Jawa Barat |
| 3. Patal Banjaran | Bandung, Jawa Barat |
| 4. Patal Cipadung | Bandung, Jawa Barat |

Nama PT. Industri Sandang II resmi berubah menjadi PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA. Adapun unit-unit produksi Industri Sandang Nusantara adalah sebagai berikut :

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1. Patun Makateks | Ujung Pandang |
| 2. Patal Toh Pati | Denpasar, Bali |
| 3. Patal Grati | Pasuruan, Jawa Timur |
| 4. Patal Lawang | Jawa Timur |
| 5. Patal Secang | Magelang, Jawa Tengah |
| 6. Patal Cilacap | Cilacap, Jawa Tengah |
| 7. Patal Tegal | Tegal, Jawa Tengah |
| 8. Patal Kerawang | Kerawang, Jawa Barat |
| 9. Patal Bekasi | Bekasi, Jawa Barat |
| 10. Patal Banjaran | Banjaran, Jawa Barat |
| 11. Patal Cipadung | Cipadung, Jawa Barat |

Produksi yang dihasilkan oleh Unit Patal Secang adalah Benang Tenun (Benten) Cotton, Rayon dan Polyester. Pengadaan bahan baku berupa kapas (serat alam) dan Rayon, Polyester (serat buatan) dibeli dari dalam negeri oleh kantor pusat.

Daerah pemasaran produksi Patal Secang Magelang meliputi dalam dan luar negeri (eksport). Untuk dalam negeri antara lain : Magelang, Solo, Pekalongan, Bandung, Surabaya (Krian). Sedangkan untuk luar negeri adalah Portugal, Philipina dan Taiwan.

4.1.2 Data Struktur Organisasi

Struktur organisasi Unit Patal Secang terdiri dari empat Kepala Bagian dengan struktur sebagai berikut :

1. Kepala Bagian Pemasaran

- a. Mengatur penyelenggaraan usaha pembinaan personil beserta administrasi yang meliputi :
 - 1) Rekrutmen
 - 2) Pembinaan
 - 3) Hubungan perburuhan
 - 4) *Up graiding* dan *training*
- b. Mengatur perawatan bidang, yang meliputi :
 - 1) Pembinaan personil
 - 2) Manajemen keamanan unit
 - 3) Pembinaan material
- c. Mengatur susunan kerumahtanggaan, yang meliputi :
 - 1) Pengaturan personil
 - 2) Kerumahtanggan
- d. Menjalankan tugas konseling dan penyelesaian persoalan karyawan

e. Mencari dan mengembangkan unit dalam menjalankan tugasnya kepada bagian umum, yang dibantu oleh :

- 1) Tiga kepala seksi
- 2) Seksi RT dan Humas
- 3) Seksi personalia
- 4) Seksi sekretaris dan pengambilan data

f. Delapan kepala urusan

- 1) Urusan dalam
- 2) Keamanan
- 3) Administrasi
- 4) Personalia
- 5) Penghasilan
- 6) Tata usaha
- 7) Humas
- 8) Pengambilan data umum dan keuangan

2. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

a. Mengatur pengadaan barang-barang, meliputi :

- 1) Bahan baku
- 2) Barang-barang jasa
- 3) *Spart part tools* dan alat-alat bantu

b. Mengatur pergudangan, meliputi :

- 1) Pengaturan penerimaan
- 2) Administrasi barang

- 3) Permintaan barang
 - 4) Pengeluaran barang
 - 5) Inventarisasi barang-barang gudang
- c. Mengatur lalu lintas keuangan, yang meliputi :
- 1) Hasil produksi, barang dan *waste*
 - 2) Barang-barang inventaris yang telah dipakai
 - 3) Penerimaan uang
 - 4) Pertanggungjawaban perskot atau uang muka
 - 5) Pencatatan penerima uang dan pengeluaran
- d. Mengatur pembukuan, yang meliputi :
- 1) Buku harian
 - 2) Penentuan klasifikasi posting
 - 3) Mengontrol hasil pembukuan
 - 4) Pembukuan (*recording*)
 - 5) Membuat rekap dan bukti harian posting
 - 6) Menyusun neraca, daftar R/L dan perinciannya
- e. Membuat rekening riset direksi dalam tugasnya sebagai Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan, meliputi :
- 1) Tiga seksi, masing-masing seksi pembukuan, seksi gudang dan satu orang kasa
 - 2) Lima orang bagian urusan, sebagai kepala yaitu urusan pembukuan
 - 3) Empat pekerja administrasi, pengadaan dan penjualan gudang tenun dan urusan gudang bahan baku atau bahan jadi

3. Kepala Bagian Produksi

- a. Mengatur pelaksanaan *processing* pembuatan barang dari bahan baku menjadi bahan jadi
- b. Mengatur dan memelihara mesin-mesin serta *waste*
- c. Mengendalikan pemakaian *spare part* mesin-mesin produksi
- d. Mengadakan koordinasi antara kepala seksi di bawahnya, dalam melaksanakan tugasnya, kepala bagian produksi dibantu oleh :

Magel:

- 1) Satu orang kepala seksi pembinaan produksi
- 2) Satu orang kepala seksi *maintenance*
- 3) Empat orang kepala pelaksana

langsung

No	
1	F
2	M
3	z
4	r
5	:
6	
7	

Sumt

4. Kepala Bagian TML (Teknik Mekanik Listrik)

Kepala bagian TML mengepalai beberapa unit, yaitu unit diesel, unit AC dan bengkel, juga listrik. Adapun tugas Kepala TML meliputi :

- a. Kepala bagian TML mengepalai beberapa unit, yaitu temperatur KM dan AC di dalam pabrik dan tempat-tempat yang diperlukan, menyediakan air untuk mendinginkan mesin-mesin pabrik, perusahaan dan kantor menyimpan *spinkler our poor hydrant indoor* dan alat-alat atau bahan-bahan pemadam kebakaran untuk mencegah terjadinya kebakaran
- b. Menyediakan dan merencanakan penyediaan distribusi tenaga listrik sesuai dengan rencana kebutuhan pabrik dan *empeacecement*-nya
- c. Mengatur perbengkelan dengan tugas-tugas :
 - 1) Melayani perbaikan
 - 2) Pembuatan baru dan seluruh kebutuhan pabrik

kerja

Pembagian jam kerja karyawan ditetapkan oleh pimpinan perusahaan dengan waktu tiga shift secara bergiliran untuk memproduksi benang. Pembagian jam kerja karyawan seperti dijelaskan dalam table 4.2 di bawah.

Senin s/d Kamis	07.00 s/d 16.00 WIB
Istirahat	11.45 s/d 12.15 WIB
Jum'at	07.30 s/d 16.00 WIB
Istirahat	11.30 s/d 13.00 WIB
Sabtu dan Minggu	Libur
Shift I	07.00 s/d 15.00 WIB
Shift II	15.00 s/d 23.00 WIB
Shift III	23.00 s/d 07.00 WIB

Sumber : Patal Secang

TABEL 4.2

Pembagian Jam Kerja Karyawan PT. Industri Sandang Nusantara
Unit Patal Secang Magelang

4.1.3 Data Proses Produksi

1. *Supplier*

Kebijakan pengadaan bahan baku merupakan suatu kebijakan untuk menentukan jumlah kebutuhan sumber bahan yang sesuai dengan tujuan perusahaan. Kebijakan pengadaan bahan baku di PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang dilakukan dengan memilih *supplier* dari dalam negeri dalam kota dan luar kota. Bahan baku berupa kapas (serat alam) dan Rayon, Polyester (serat buatan) dibeli oleh kantor pusat. Unit Patal Secang hanya menerima bahan baku dari kantor pusat. Sedangkan untuk barang pendukung proses produksi lainnya, Unit Patal Secang membeli dari beberapa *supplier*. Nama-nama *supplier* ditunjukkan di tabel 4.3.

No.	Supplier	Nama Barang
1	CV. Alfin Marcel	Clearer cloth top Bottom apron hokusin
2	PD. Aneka Bearing	V belt Ball bearing dll Nedle bearing Optible STD Op. 663
3	Jaya Teknik	Nylon dia 5" Besi ST dll Kawat las planium
4	CV. Karya Mandiri	Spindle tape Thrust bearing
5	Tk. Masda	O ring seal
6	PT. Sekawan	Ring travelers Tention belt Pisau kait
7	CV. Topan Jaya	Rem Spindle dll Rubber grommet dll
8	PT. Mitra Energi Petronusa	Bahan bakar
9	PT. Imam Tunggal	Pelumas

Sumber : Departemen Keuangan & Umum Unit Patal Secang

TABEL 4.3
Data Suppliers

2. Bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi benang tenun ada tiga jenis, yaitu yang berasal dari serat alam adalah kapas untuk memproduksi benang tenun cotton dan viscose rayon untuk memproduksi benang tenun rayon, sedangkan yang berasal dari bahan buatan manusia adalah polyester untuk memproduksi benang tenun polyester.

3. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi terpasang untuk mesin pemintalan adalah 44.768 MP (Mata Pintal) atau produksi per hari 85.171 *Bale*. Ukuran 1 *Bale* sama dengan 230,61 Kg.

4. Macam dan jumlah mesin yang digunakan

PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang menggunakan beberapa macam mesin dalam setiap tahap proses produksinya. Adapaun mesin-mesin tersebut adalah :

a. Mesin *Blowing Platt Bross*

Mesin *Platt Bross* adalah buatan Inggris. Fungsi mesin blowing adalah :

- 1) Mencampur serat (*mixing*)
- 2) Membuka gumpalan-gumpalan serat (*opening*)
- 3) Membersihkan kotoran-kotoran yang terdapat pada bahan baku (*cleaning*)
- 4) Membuat gulungan *lap*

Mesin blowing terdiri dari beberapa jenis mesin, antara lain :

- 1) BHBO (*Bale Hopper Breaker Opener*)
- 2) WHBO (*Waste Hopper Breaker Opener*)
- 3) UC (*Ultra Cleaner*)
- 4) TO (*Twin Opener*)
- 5) HF (*Hopper Feeder*) I dan II
- 6) ASC (*Air Strem Cleaner*)
- 7) FS (*Finisher Scutcher*)

b. Mesin *Carding Platt Bross*

Fungsi mesin carding yaitu :

- 1) Membuka *lap-lap* kapas sehingga serat-seratnya terurai satu dengan yang lain
- 2) Membersihkan serat dari kotoran-kotoran yang masih terbawa dalam *lap*
- 3) Memisahkan serat pendek dengan serat panjang
- 4) Membentuk serat-serat menjadi *sliver* dengan arah serat ke sumbu *sliver*

c. Mesin *Blowing – Carding Chute Fees System (Crossroll)*

Pada umumnya fungsi mesin *crossroll* prinsip kerjanya hampir sama dengan mesin *blowing platt*. Mesin *crossroll* mempunyai kelebihan antara lain :

- 1) Produksi tinggi Rpm Doffer dapat mencapai kecepatan 45
- 2) Kualitas *sliver* yang dihasilkan cukup baik karena dilengkapi dengan *auto leveler*
- 3) Kebersihan *sliver* yang dihasilkan baik karena dilengkapi unit pembersih
- 4) Biaya produksi cukup rendah karena hanya membutuhkan dua atau tiga orang

Mesin *crossroll* terdiri dari beberapa unit, masing-masing memiliki fungsi sendiri-sendiri yaitu :

1) *Bale Opener*

Mesin untuk mencabik-cabik bahan baku secara merata dengan peralatan *pluker* dan mesin *bale opener* juga sebagai pengganti tenaga manusia.

Fungsi mesin *bale opener* antara lain :

- a) Mengambil gumpalan bahan baku sekecil mungkin
- b) Membuka gumpalan bahan baku
- c) Membersihkan kotoran-kotoran yang ada di dalam bahan baku
- d) Membawa gumpalan bahan baku ke mesin *four chamber* dengan bantuan udara

2) *Four Chamber*

Fungsi mesin *four chamber* antara lain :

- a) Mencampur gumpalan-gumpalan bahan baku ke empat *chamber*
- b) Membuka gumpalan-gumpalan bahan baku menjadi gumpalan lebih kecil
- c) Membersihkan kotoran-kotoran yang masih ada di dalam bahan baku
- d) Meneruskan gumpalan bahan baku ke mesin *tree roller cleaner*

3) *Tree roller Cleaner*

Fungsinya antara lain :

- a) Mencabik-cabik gumpalan-gumpalan menjadi gumpalan kecil
- b) Membersihkan sisa-sisa kotoran yang masih ada

c) Meneruskan gumpalan bahan baku ke mesin *four chamber* ke dua dengan melalui unit *heavy particle separator*

4) *Heavy Particle Separator*

Fungsi mesin tersebut adalah :

- a) Menangkap dan menjaring kotoran yang masih ada di dalam gumpalan serat
- b) Menangkap benda asing seperti metal, api, logam, dan lain-lain.

5) *Tower Reserve*

Fungsinya antara lain :

- a) Distribusi bahan baku untuk diteruskan ke line mesin *carding*
- b) Membuka gumpalan bahan baku
- c) Membersihkan sisa-sisa kotoran

6) *Dust Remover*

Fungsi mesin ini adalah :

- a) Distribusi bahan baku untuk diteruskan ke mesin *carding*
- b) Membersihkan sisa-sisa dan memindahkan kotoran yang masih terbawa

7) *Carding*

Fungsinya sama dengan fungsi mesin *carding platt*.

d. Mesin *Drawing*

Mesin *drawing* berfungsi sebagai berikut :

- 1) Proses *drafling* (peregangan/penarikan)
- 2) *Mixing* (pencampuran)

3) Pensejajaran serat

4) Meluruskan serat

5) Perangkapan

e. Mesin *Speed Frame / Flayer*

Fungsi mesin *speed / flyer* adalah sebagai berikut :

1) Peregangan (*drafling*)

2) Antihan (*twisting*)

3) Penggulungan (*winding*)

f. Mesin *Ring Spinning Frame*

Fungsi mesin *Ring Spinning Frame* yaitu :

1) Peregangan (*drafting*)

2) Pengintiran (*twisting*)

3) Penggulungan (*winding*)

Mesin *Ring Spinning Frame* yang dimiliki Unit Patal Secang ada 6 jenis, yaitu : Zinser (Z), Howa (HW), modifikasi Jerman, modifikasi Taiwan, modifikasi India, modifikasi Jepang, dan *Platt Bross* buatan Inggris.

g. Mesin-mesin *Finishing (Auto Winding)*

Di Patal Secang mesin *finishing* ada tiga macam, yaitu :

1) *Cone Winder*

2) *Double Winder*

3) *Ring Twisting*

5. *Routing* proses produksi

Routing proses produksi benang di Patal Secang menggunakan mesin-mesin sebagai berikut :

No.	Jenis Benang Tenun	Flow Proses
1	Cotton	<i>Blowing – Carding – Drawing I – Drawing II – Speed – Ring Spinning Frame – Auto Winding</i>
2	Rayon	<i>Pre Spinning – Blowing – Drawing I – Drawing II – Speed – Ring Spinning Frame – Auto Winding</i>
3	Polyester	<i>Blowing carding crossroll – Drawing I – drawing II – Speed – Ring Spinning Frame – Auto Winding</i>

Sumber : Patal Secang

TABEL 4.4

Urutan Proses Produksi Benang Tenun

Adapun proses pembuatan benang tenun secara umum yang melalui *routing* proses produksi seperti pada tabel 4.4 di atas, prinsip kerjanya dapat dijelaskan seperti :

- a. *Blowing* : terjadi proses pembukaan, pembersihan, dan pencampuran serat. Hasilnya berupa *lap* (lembaran serat kapas).
- b. *Carding* : terjadi proses pembersihan, penguraian serat, pemisahan serat panjang dan pendek serta merubah *lap* menjadi *sliver* (gulungan serat kapas). *Sliver* yang dihasilkan pada tahap ini belum diberi *drall* antihan (puntiran).
- c. *Drawing* : terjadi perangkapan *sliver*, penarikan, peregangan serat dan membuat *sliver* menjadi rata. Hasilnya *sliver* yang sudah diberi puntiran atau gabungan dari enam atau delapan *sliver* dengan puntiran.

- d. *Speed* : terjadi proses penarikan, pemberian *twist*, penggulungan. Hasilnya sudah berupa benang *roving* pada *bobbin*.
- e. *Ring Spinning* : terjadi proses peregangan, pemberian *twist*, penggulungan. Hasilnya berupa benang tenun pada *tube*.
- f. *Finishing (Auto Winding)* : terjadi proses penggulungan benang menjadi bentuk gulungan-gulungan benang tenun yang lebih besar pada *cones* atau *cheese* dan siap untuk dikonsumsi baik untuk pertenunan maupun keperluan yang lain.
6. Data input pengukuran tingkat *sigma*
- a. Data jenis cacat

No.	Jenis Cacat	Deskripsi	Frekuensi
1	Nomor benang	Ukuran berat benang tidak sama dalam setiap panjangnya, sehingga tidak sesuai dengan standar berat yang dibutuhkan	51
2	Kekuatan tarik	Benang mudah putus	18
3	Warna benang beda	Warna benang dalam satu <i>cone</i> berbeda, untuk benten cotton warnanya coklat muda tapi ada yang berwarna putih	7
4	<i>Crossing</i>	Benang tidak tersusun rapi pada tube	5
5	Benang putus	Jumlah benang putus setiap 100 <i>spindle</i> per jam	2
6	Bahan <i>tube</i> jelek	<i>Tube</i> mudah penyok dan pecah	2

Sumber : Laboratorium Departemen Produksi Patal Secang

TABEL 4.5

Data Jenis Cacat Bente Rayon 30/1

Data cacat yang sering terjadi pada bente Rayon Ne 30/1 (R 30/1) di atas diperoleh berdasarkan data yang dikumpulkan oleh Laboratorium Departemen

Produksi PT. Sandang Nusantara Unit Patal Secang selama 1 periode produksi sampai dengan juli 2007 dari bagian proses produksi *Ring Spinning Frame (RSF)*.

b. Data spesifikasi produk

Performansi dari produk benten R 30/1 sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh manajemen PT. Industri Sandang Nusantara adalah :

No.	Karakteristik Kualitas	Spesifikasi
1	Berat 1 cone	1.890 Gram
2	Panjang benten	95.975 meter
3	Harga produk 1 cone	Rp 52.000,-
4	Nomor benang Ne (hank/libs)	30 toleransi $\pm 0,3$

Sumber : Departemen Pemasaran Unit Patal Secang

TABEL 4.6

Data Performansi Produk Benten R 30/1 per 1 cone

c. Data tingkat kecacatan produk

Subgroup	Jumlah Cacat	Subgroup	Jumlah Cacat	Subgroup	Jumlah Cacat
1	5	11	2	21	7
2	5	12	5	22	7
3	4	13	3	23	5
4	4	14	3	24	5
5	5	15	4	25	5
6	6	16	8	26	4
7	2	17	8	27	3
8	6	18	6	28	4
9	5	19	7	29	4
10	7	20	5	30	5

Sumber : Laboratorium Departemen Produksi Patal Secang

TABEL 4.7

Data Jumlah Cacat Nomor Benang R 30/1

Pengukuran data banyaknya cacat nomor benang di atas dilakukan oleh laboratorium departemen produksi Patal Secang. Data jumlah cacat pada tabel 4.6 di atas adalah banyaknya cacat nomor benang untuk produk benten R 30/1, setiap subgroup menunjukkan unit produk yang diperiksa yaitu panjang benten R 30/1 dengan panjang 120 yard atau 110 meter, ukuran unit diambil banyak sampel, setiap subgroup terdiri dari 100 sampel. Dimana pengujian nomor benang dilakukan dengan menggunakan alat kincir untuk menggulung benang dengan panjang tertentu yaitu *Yarn Creel*. Cara pengujiannya adalah benang digulung dengan panjang peruntai diatur berdasarkan nomor equivalennya. Kemudian benang yang telah digulung tersebut ditimbang menggunakan *Digital Balance*. Setelah mendapatkan panjang dan berat benang peruntai kemudian dipakai rumus nomor benang untuk mendapatkan ukuran nomor benang.

4.1.4 Data Quality Control

1. Sistem manajemen mutu

PT.Industri Sandang Nusantara sudah mendapatkan sertifikat ISO 9001:2000. Sehingga sistem manajemen kualitas yang diterapkan sesuai dengan standar ISO 9001:2000. Kualitas produk benten yang dihasilkan sudah dijamin telah melalui suatu proses produksi yang kualitasnya terstandar dengan baik. Patal Secang menerapkan pengendalian mutu secara terus menerus dan menyeluruh, meliputi :

a. Pengendalian Mutu bahan baku

Kualitas kapas ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu :

1) Panjang serat

Panjang serat diukur dengan satuan inch. Di Indonesia panjang serat yang dipakai pada umumnya mulai dari 7/8 inch sampai 1,5 inch.

2) *Grade*

Adalah tingkat pengerjaan dari pemisahan biji dengan seratnya. Cara penentuannya yaitu kapas di dalam bale dibolak-balik dan dicocokkan dengan contoh *grade* standarnya.

3) Kedewasaan serat

Apabila mengolah serat yang belum dewasa biasanya kekuatan serat secara individu rapuh dan kotoran yang berupa daun sulit untuk dibersihkan, sehingga menyebabkan *grade* kapas tersebut akan turun. Untuk melihat tingkat kedewasaan ini bisa menggunakan mikroskop. Untuk pengujiannya serat yang akan diperiksa ditetesi dengan larutan NaOH, setelah itu diukur berapa besarnya lubang (*limen*) yang terjadi pada serat tersebut. Berdasarkan standar serat yang dapat ditentukan tingkat kedewasaannya dapat menggunakan tabel konversi seperti pada tabel 4.7.

Hasil Evaluasi	Nilai Kedewasaan
> 85	Dewasa
76 – 85	Cukup dewasa
66 – 75	Muda
< 66	Muda sekali

Sumber : Departemen Produksi Unit Patal Secang

TABEL 4.8

Tabel Evaluasi Kedewasaan Serat

4) Keahlian

Untuk menentukan tingkat keahlian bisa digunakan alat yang disebut *mikronaire*. Penentuan *mikronaire* dari serat ini erat hubungannya dengan kekuatan benang yang akan diproses nantinya. Menurut standar, serat yang baik mempunyai *mikronaire* sekitar 3,0 – 4,9.

<i>Mikronaire</i> (Gram/inch)	Keahlian
< 3	Sangat halus
3,0 – 3,9	Halus
4,0 – 4,9	Cukup
5,0 – 5,9	Kasar
> 6,0	Sangat kasar

Sumber : Departemen Produksi Unit Patal Secang

TABEL 4.9

Tabel Standar Keahlian

5) Kandungan *non lint*

Untuk menentukan kandungan *non lint* maupun *trash* dapat diambil dari bahan baku maupun dari hasil produksi unit mesin seperti lap, sliver pada setiap tahap proses pemintalan. Penentuan *non lint* bahan baku dapat memberikan gambaran yang lebih tentang berapa banyaknya *trash* yang terdapat pada bale kapas yang bersangkutan dan kandungan *non lint* kapas yang berada pada setiap proses pemintalan (bagian opening dan carding) untuk mengetahui *cleaning efisiensi* mesin tersebut.

a. Pengendalian *mixing*

Untuk mendapatkan hasil benang yang baik, maka dilakukan *mixing* (pencampuran) dari beberapa serat, baik dalam segi panjang serat, *grade*, maupun dari *mikronaire* dan kekuatan *pressley*. Adapun *mixing* yang dilakukan pada saat ini adalah dengan jalan mencampur sebanyak 32 bale dan dibagi menjadi empat kelompok dimana masing-masing terdiri dari delapan bale.

b. Pengendalian pada proses produksi

1) *Blowing*

Dilihat persentase *waste trash selector* untuk dilihat apakah pembersihan sudah sesuai standar atau tidak. Pengetesan berapa persen serat-serat pendek yang masih terkandung dalam lap.

2) *Carding*

Lebih dari 40% pembersihan kapas dilakukan. Terjadi pemisahan serat-serat pendek dari serat-serat panjang. sering terjadi kotoran berterbangan maupun menempel pada mesin bisa menyebabkan kotoran jatuh dan ikut pada *web* dan akan ikut tergulung *sliver*. Pada tahap ini perlu dilakukan control pengujian terhadap nomor benang *sliver*, jumlah NEPS/1000 inch², jumlah *husk*/1000inch², dan *%age dropping waste*. NEPS adalah serat-serat kusut, muda dan cacat sejak pertumbuhannya dan NEPS dapat jelas dibedakan dengan kotoran yang lain menggunakan mikroskop. *Husk* adalah kotoran-kotoran lainnya, cara pengujiannya dengan distribusi poisson yaitu dengan papan hitam

berupa beludru dan plat alumunium dengan lubang bulat luas 1 inch² sebanyak 34 lubang, kemudian dihitung berapa lubang yang terisi NEPS.

3) *Drawing*

Pada tahap ini pengujian dilakukan terhadap jumlah kandungan serat pendek yang masih terdapat pada *sliver*, nomor *sliver* untuk semua *delivery*.

4) *Speed Frame*

Pengujian dilakukan terhadap nomor *roving*, jumlah putus setiap *spindle* per jam dan Rpm TPI.

c. Pengujian mutu barang jadi

1) Nomor benang (Ne)

Yang perlu diukur adalah berat rata-rata benang, standar deviasi dan *coefficient varian (CV%)*.

2) Pengujian terhadap antihan (*twist*)

3) Pengujian kekuatan tarik benang per helai dan mulur

4) Pengujian berat benang per *cone*

Standar berat per *cone* adalah 1.890 Kg dengan toleransi $\pm 2\%$.

2. Kinerja proses

Pengukuran kinerja proses merupakan langkah penting dalam metode *six sigma*. Karena dari pengukuran kinerja proses bisa diketahui kemampuan suatu proses apakah sudah sesuai standar atau proses tersebut masih belum mampu menghasilkan produk yang sesuai kebutuhan standar. Tabel 4.9 merupakan data hasil

faktor utama yaitu pengukuran ketidakrataan serat benten R 20/1 dari proses ring spinning menggunakan lima mesin ring spinning frame jenis howa (HW), lima mesin jenis zinser (Z) dan delapan mesin jenis platt modifikasi (PM). Pengukuran menggunakan n sampel = 5 dengan jumlah subroup 10. Spesifikasi ketidakrataan benang yang ditetapkan adalah <math><11,3\%</math>.

Sampel	X1	X2	X3	X4	X5
1	8.19	10.89	9.86	8.83	9.07
2	9.59	7.50	8.57	8.84	8.78
3	9.86	8.80	9.36	9.68	9.00
4	10.82	9.69	9.41	9.27	8.54
5	9.90	8.27	10.60	8.69	9.02
6	8.95	9.38	10.37	7.80	9.18
7	8.93	10.16	9.44	9.84	8.91
8	8.84	9.16	8.04	9.21	9.43
9	9.36	10.32	9.81	9.49	9.32
10	8.99	9.71	9.05	9.35	7.24

Sumber : Pengukuran dengan Pengamatan

TABEL 4.10

Data Pengukuran Ketidakrataan Serat Benten R 30/1
Proses Ring Spinning (dalam %)

3. Data faktor-faktor penyebab kecacatan nomor benang

Berdasarkan hasil *brainstorming* dan wawancara dengan pihak laboratorium departemen produksi Unit Patal Secang. Didapat data-data tentang faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat nomor benang pada produk benten R 30/1. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat nomor benang dikelompokkan kedalam 5

Objek dan lokasi pengamatan : Rayon dalam *bale* pada *bale store*.

4.2 Pe

c. Tenaga kerja

4.2.1 Ta

Penyebab :

1. Diagra



1) Kondisi fisik tenaga kerja (operator) yang kurang maksimal, karena harus mengejar target produksi.

2) Usia operator yang rata-rata diatas 35 tahun sehingga kondisi operator cepat jenuh dan lelah.

Objek dan lokasi pengamatan : Operator pada unit *ring spinning*

d. Lingkungan

Penyebab :

1) Suhu ruangan departemen *ring spinning* yang terlalu panas pada siang hari yaitu $36,5^{\circ}\text{C}$. Suhu yang berubah-ubah bisa disebabkan oleh faktor cuaca alam yang sedang memasuki musim panas kemarau. Standar tingkat temperatur tempat kerja adalah $26^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$.

2. CTQ

2) Tingkat kebisingan lingkungan kerja pada setiap proses yang mengganggu *performance* operator. Berdasarkan surat edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/MEN/1987, standar normal tingkat kebisingan untuk jam kerja 8 jam/shift adalah 85 dB (*decible*).

Cacat No
Prod

Lokasi pengamatan : Ruang unit *ring spinning*

e. Metode kerja

Penyebab :

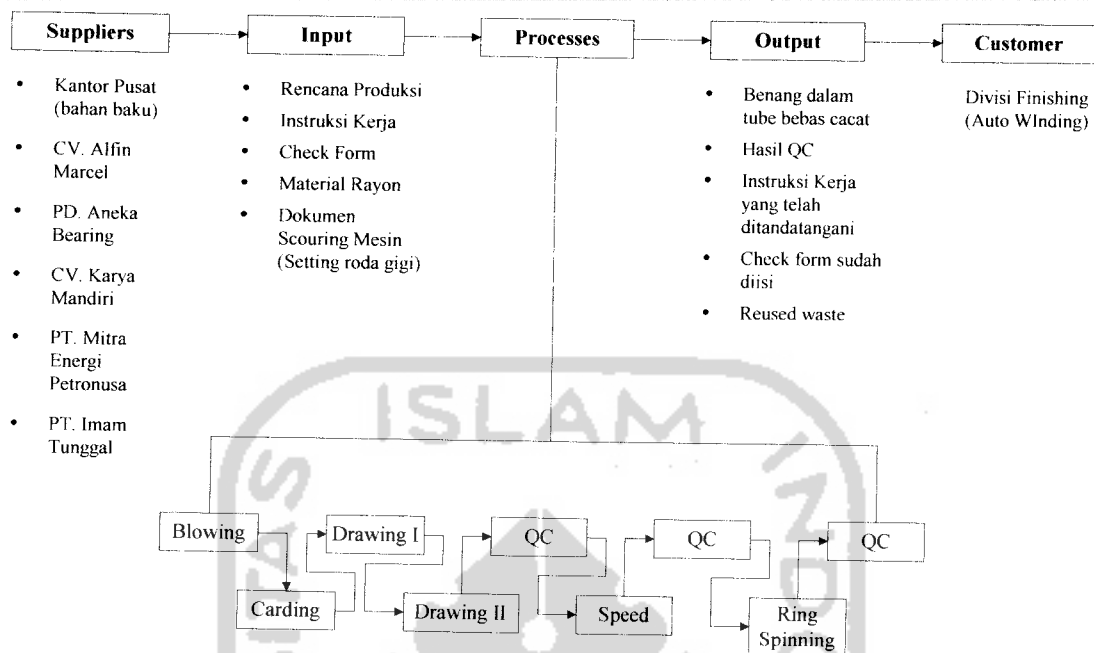
1) Pelanggaran instruksi kerja dan prosedur kerja oleh operator

2) Pengambilan sample nomor benang tidak sesuai prosedur

Berdasarkan diagram pareto pada gambar 4.1, diketahui bahwa jenis cacat yang paling banyak terjadi adalah nomor benang dengan persentase kejadian 61,4%. Mengacu kepada data dan fakta tersebut maka yang menjadi masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana menghilangkan cacat nomor benang.

Dari gambar 4.2 di atas diketahui yang menjadi permasalahan utama adalah cacat nomor benang produk benten R 30/1. Dimana masalah utama ini merupakan kebutuhan bagi pelanggan internal yaitu divisi proses finishing. Jika masalah utama ini bisa diperbaiki dapat memberikan kepuasan bagi pelanggan. Sedangkan yang menjadi penentu (*driver*) dalam menghasilkan pernyataan CTQ tersebut ada tiga, yaitu : material, mesin, dan proses. Pembagian penentu (*driver*) ke dalam tiga kategori ini dibuat dengan melihat kecenderungan banyaknya masalah yang berkaitan dengan ketiga hal tersebut. Dengan menggunakan *driver* tersebut karakteristik utama (CTQ potensial) yang diinginkan konsumen dapat diidentifikasi secara lebih fokus. Dari tiap-tiap *driver* dapat diidentifikasi beberapa CTQ. Pada *drill down tree* di atas di dapat sembilan CTQ dari tiga *driver*. Untuk material terdapat tiga karakteristik kualitas, untuk mesin ada dua karakteristik kualitas dan dari penentu proses terdapat 4 CTQ. Keseluruhan CTQ tersebut nantinya akan dipilih lagi untuk menjadi karakteristik kualitas potensial.

4. Diagram SIPOC (*Suppliers, Input, Processes, Output, Customers*)



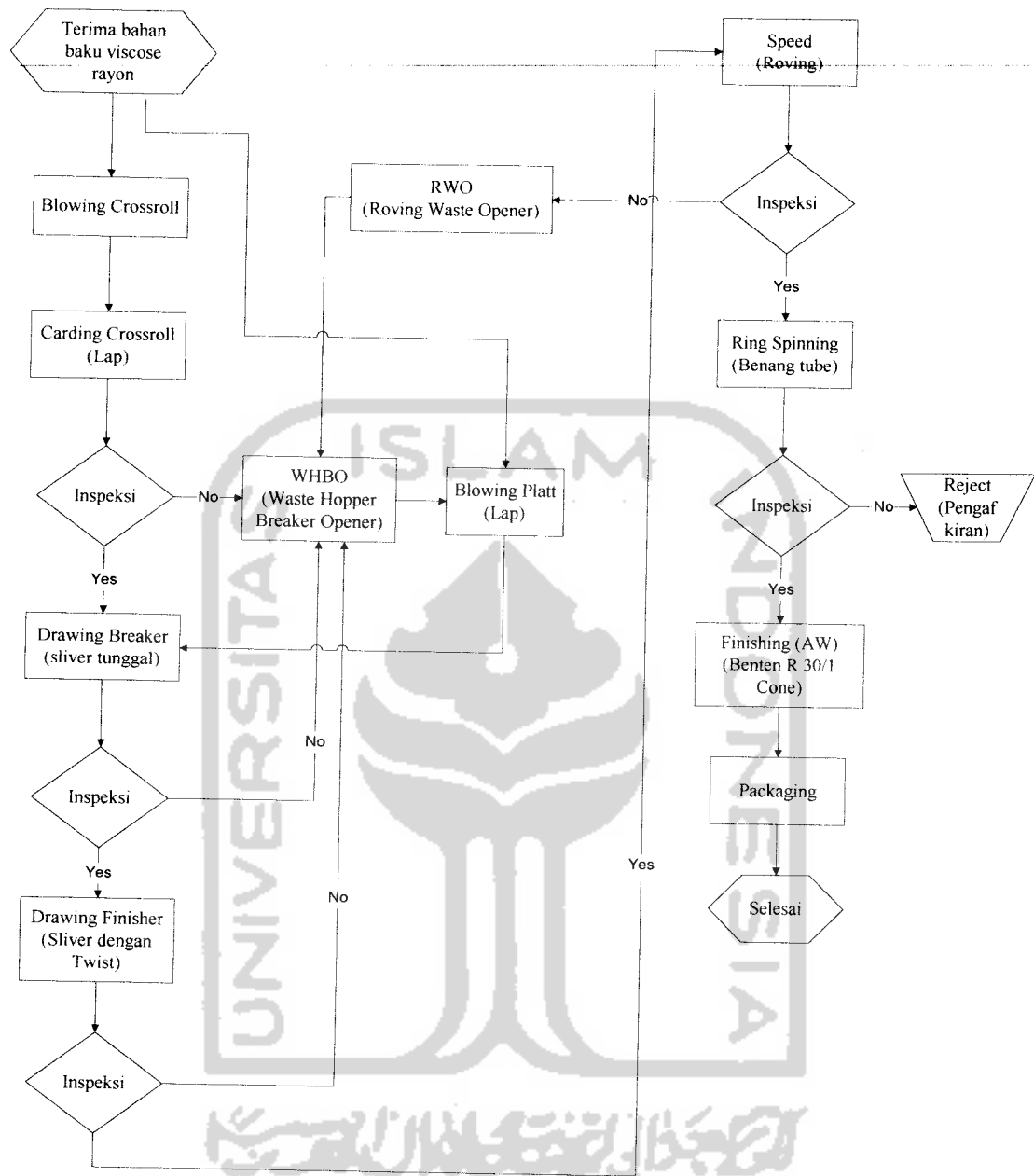
GAMBAR 4.3
Diagram SIPOC

Seperti yang ditunjukkan diagram SIPOC pada gambar 4.3 di atas, diketahui bahwa yang menjadi pelanggan atau konsumen dalam proyek *Six Sigma* ini adalah divisi *finishing (auto winding)* departemen produksi Unit Patal Secang, divisi *finishing* dikategorikan sebagai pelanggan internal. Yang menjadi kebutuhan div. *finishing* sebagai *customer* disebutkan pada kolom *output* yaitu benang *tube* yang bebas dari cacat terutama cacat nomor benang. Untuk dapat menghasilkan benang *tube* yang bebas cacat dibutuhkan suatu proses yang memiliki kemampuan bagus, dalam hal ini proses disebutkan dalam diagram *process*. Proses produksi yang berjalan melalui beberapa tahapan yaitu mulai dari *blowing – carding – drawing I – drawing II – speed – ring spinning*, dimana setiap selesai dari satu proses akan dilakukan inspeksi QC (*Quality Control*) untuk menjaga kualitas tiap proses.

Kebutuhan – kebutuhan proses produksi disebutkan oleh diagram *input* antara lain bahan baku rayon kelas A, rencana produksi yang baik, dokumen *scouring* mesin dan instruksi kerja. Variabel – variabel input tersebut disediakan oleh beberapa *supplier* yang disebutkan dalam diagram *suppliers*, yaitu kantor PT. Industri sandang Nusantara yang menyediakan bahan baku dan beberapa instansi lainnya yang menyediakan bahan – bahan proses produksi seperti suku cadang mesin bahan pembantu dan lain – lain.

5. Diagram alir proses produksi (*Processes Chart*)

Proses produksi produk benten R 30/1 melalui beberapa tahapan. Pemetaan proses produksi ini bertujuan untuk menunjukkan detail – detail proses produksi benten R 30/1 meliputi tugas dan prosedur, jalur alternatif, poin – poin keputusan, dan pengerjaan ulang. *Processes chart* benten R 30/1 dapat dianggap sebagai keadaan saat ini yang menunjukkan bagaimana kerja proses pada saat ini atau sebagai peta bagaimana proses produksi benten R 30/1 seharusnya bekerja. *Processes chart* benten R 30/1 ditunjukkan gambar 4.5 di bawah.



GAMBAR 4.4

Diagram Alir Proses Produksi
Bente R 30/1

Keterangan alur diagram alir proses tersebut adalah, sebagai berikut :

1. Bahan baku berupa *viscose rayon* yang telah diterima dan disimpan digudang dibawa ke ruang *bale store* untuk dilakukan proses *weaving*, yaitu proses membuka dan mengangin – anginkan gumpalan *bale* selama 24 jam. Tujuannya

adalah untuk mengembalikan elastisitas serat rayon, membersihkan kotoran kapas, dan untuk menyesuaikan suhu rayon dengan suhu ruangan. Kemudian bahan baku di siapkan untuk diproses pada mesin *blowing crossroll* dan mesin *blowing platt bross*.

2. a. penyiapan bahan baku pada mesin BHBO *platt bross* untuk dilakukan proses *blowing*, kemudian menghasilkan serat kapas dalam bentuk *lap*.
- b. penyiapan bahan baku pada mesin *blowing crossroll* untuk dilakukan proses *blowing* yaitu pembukaan gumpalan rayon oleh mesin *blowing* dan dilanjutkan ke mesin *carding crossroll* dan menghasilkan *lap*.
3. Melakukan inspeksi terhadap *lap* hasil dari mesin *crossroll* dan mesin *platt bross*. Jika *lap* lolos inspeksi disiapkan untuk proses *drawing breaker*. Jika *lap* tidak lolos inspeksi dibawa ke mesin WHBO untuk membuka *lap* kembali menjadi serat rayon dan disiapkan untuk diproses kembali di mesin *blowing platt bross*.
4. Penyiapan *lap* pada mesin *drawing breaker* untuk dilakukan proses meluruskan dan mensejajarkan serat – serat dalam *sliver* searah dengan sumbu *sliver* yang terdiri dari perangkapan delapan *sliver* menjadi satu *sliver* untuk dilanjutkan ke mesin *drawing finisher*.
5. Melakukan inspeksi terhadap *sliver* apakah berat *sliver* sesuai standar. Jika lolos disiapkan untuk proses selanjutnya. Jika *sliver* tidak lolos inspeksi dibawa untuk ke mesin WHBO untuk diproses kembali menjadi bahan awal.
6. Penyiapan *sliver* di mesin *drawing finisher* untuk dilakukan proses perangkapan *sliver* kembali sebanyak delapan *sliver* dirangkap menjadi satu *sliver* yang telah diberikan *twist* sehingga *sliver* menjadi lebih kuat.

7. Kembali melakukan inspeksi terhadap *sliver* yang telah diberi *twist*. Jika lolos inspeksi disiapkan untuk melanjutkan proses berikutnya. Jika tidak lolos inspeksi dibawa ke mesin WHBO untuk membuka *sliver* kembali menjadi serat dan diperbaiki dengan diproses ulang.
8. Penyiapan bahan *sliver* pada mesin *speed frame*. Terjadi proses pemuntiran *sliver*, lalu penggulungan dan pembersihan kemudian menghasilkan benang *roving* yang tergulung dalam *bobbin*.
9. Melakukan inspeksi terhadap *roving* apakah berat *roving* sesuai standar, memeriksa TPI, ketidakrataan dan putus *roving* per 100 SPH (*spindle per hours*). Jika *roving* lolos inspeksi disiapkan untuk proses selanjutnya. Jika tidak lolos inspeksi *roving* dibawa ke mesin WHBO untuk didaur ulang dan diproses kembali.
10. Penyiapan *roving* pada mesing *ring spinning frame* untuk dilakukan proses *spinning*. Proses proses ini terjadi peregangan (*drafting*), pemuntiran dan penggulungan juga pembersihan, menghasilkan benang tenun dalam bentuk tunggal yang tergulung pada tube.
11. Melakukan inspeksi terhadap benang tenun dalam tube. Inspeksi meliputi kualitas nomor benang dengan standar Ne 30, kekuatan per helai dengan standar 238 gram, kekuatan mulur, TPI, kualitas ketidakrataan benang dengan standar 11,3%, kualitas *thin places* dan *thick places*, Neps dan putus benang per 100 SPH. Jika benang lolos inspeksi disiapkan untuk proses akhir. Jika benang yang tidak lolos inspeksi karena tidak sesuai standar mutu benang tenun *rejected* atau pengafkiran menjadi *waste*, karena tidak dapat didaur ulang.

12. Benang tenun dalam tube disiapkan untuk proses finishing pada mesin auto winding. Pada tahap ini benang dalam tube digulung sesuai pesanan dalam cone.
13. Proses akhir adalah pengepakan benten R 30/1 dalam cone sesuai order dan siap dipasarkan.

4.2.2 Tahap Measure

1. FMEA (*Failure Mode Effect Analysize*)

a. Identifikasi fungsi proses benten R 30/1

No	Proses dan Mesin	Fungsi
1	Blowing (Crossroll dan Platt Bross)	Pembukaan serat, pembersihan serat dan pencampuran serat rayon
2	Carding (Crossroll dan Platt Bross)	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan, penguraian serat, pemisahan serat panjang dan pendek • Merubah Lap menjadi Sliver
3	Drawing Breaker dan Drawing Finisher	<ul style="list-style-type: none"> • Penarikan, peregangan serat dan membuat sliver lebih rata • Merangkap sliver jadi 8 buah sliver tunggal dan memberi twist pada sliver
4	Speed Frame (Speed Flyer)	<ul style="list-style-type: none"> • Penarikan pemberian twist dan penggulangan roving pada bobbin • Merubah sliver menjadi benang roving
5	Ring Spinning (Ring Spinning Frame)	<ul style="list-style-type: none"> • Merubah roving menjadi benten R 30/1 • Peregangan, pemberian twist, penggulangan benten R 30/1 pada tube
6	Finishing (Auto Winding)	<ul style="list-style-type: none"> • Penggulangan benang menjadi bentuk gulungan yang lebih besar • Benten R 30/1 digulung pada cone

TABEL 4.11

Tabel Identifikasi Fungsi Proses Benten R 30/1

b. Identifikasi potensi kegagalan

Potensi kegagalan yang dapat ditimbulkan oleh proses produksi adalah sebagian besar terjadi karena faktor pabrikasi, seperti dimensional (bentuk komponen, ukuran komponen, posisi atau letak lubang) serta ralsional

(proses perakitan dengan komponen-komponen lainnya) (Ford, 1992).

Proses produksi benten R 30/1 beserta potensi kegagalannya dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut.

No	Urutan Proses	Proses Produksi (Mesin)	Moda Kegagalan Potensial
1	Gulungan Lap	Blowing (Crossroll dan Platt Bross)	<ul style="list-style-type: none"> • Serat kapas belum terbuka total • Kotoran masih tetap menempel
2	Sliver	Carding (Crossroll dan Platt Bross)	<ul style="list-style-type: none"> • Berat sliver perpanjang tidak sesuai standar • Kotoran tetap menempel
3	Sliver dengan twist	Drawing breaker	<ul style="list-style-type: none"> • Berat sliver tidak sesuai standar • Kotoran menempel • Serat tidak rata
4	Sliver dengan twist gabung	Drawing finisher	<ul style="list-style-type: none"> • Berat sliver tidak sesuai standar • Kotoran menempel • Serat menempel
5	Roving	Speed (Speed frame atau flyer)	<ul style="list-style-type: none"> • Berat roving tidak standar • Ketidakrataan serat pada penampang • Putus roving • TPI (twist per inch) kecil
6	Benang tube	Ring Spinning (Ring Spinning Frame)	<ul style="list-style-type: none"> • Nomor benang tidak standar • TPI tidak standar • Kekuatan mulur rendah • Benang putus
7	Benang cone	Finishing (Auto Winding)	<ul style="list-style-type: none"> • Nomor benang tidak standar • Benang crossing

TABEL 4.12
Tabel Potensi Kegagalan

c. Identifikasi efek kegagalan

Efek kegagalan dari setiap proses produksi benten R 30/1 dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1) Blowing

- Jika serat belum terbuka total dapat mengakibatkan pemisahan serat panjang dan pendek kesulitan

- Jika kotoran masih menempel dapat berakibat kotoran terus terbawa ke proses selanjutnya dan dapat menurunkan kualitas nomor benang dan serat menjadi sulit dipisahkan

2) Carding

- Jika berat sliver banyak menyimpang dari berat standar kualitas nomor benang akan berkurang karena berat benang tidak standar per panjang
- Jika kotoran tetap menempel kualitas sliver akan menurun dan kualitas nomor benang rendah

3) Drawing

- Jika kotoran masih banyak menempel akan menurunkan kualitas berat sliver
- Jika penggabungan serat panjang tidak merata dapat berakibat kekuatan tarik benang kualitas nomor benang menurun

4) Speed

- Jika berat roving tidak sesuai standar akan dapat menurunkan kualitas nomor benang karena ketidakrataan benang menjadi tinggi
- Jika serat pada penampang benang tidak rata dapat berakibat kekuatan benang menurun dan ketidakrataan benang menjadi tinggi
- Jika roving putus terlalu banyak per 100 spindell per jam dapat mengakibatkan roving menjadi tidak rata dan kekuatan benang menurun
- Jika TPI terlalu kecil dapat berakibat pada menurunnya kekuatan benang dan ketidakrataan benang menjadi terlalu tinggi

5) Ring Spinning

- Jika nomor benang tidak sesuai standar kualitas benang akan menjadi rendah dan konsumen tidak puas
- Jika TPI tidak sesuai standar dapat mengakibatkan kekuatan benang menurun dan ketidakrataan benang menjadi tinggi
- Jika kekuatan mulur rendah berakibat pada benang mudah putus dan hancur
- Jika benang putus terlalu tinggi proses produksi benten R 30/1 akan kesulitan

Perhitungan rating keparahan (*severity*), rating yang digunakan untuk menentukan rating efek kegagalan dicantumkan dalam lampiran. Rating ini diambil dari (Ford, 1992).

Tabel 4.13 menunjukkan hasil penentuan rating efek keparahan. Dari tabel tersebut diketahui bahwa efek keparahan tertinggi dari kegagalan potensial yang terjadi pada proses produksi benten R 30/1 adalah kegagalan yang terjadi pada proses speed, proses ring spinning dan finishing, dimana nilai keparahan masing-masing 8, ini menunjukkan efek yang disebabkan kegagalan-kegagalan yang terjadi pada proses-proses tersebut efeknya ekstrim pada proses. Dapat menyebabkan gangguan pada proses selanjutnya dan dapat mengakibatkan pelanggan tidak puas karena performance kualitas benten R 30/1 sangat tidak memenuhi standar yang dibutuhkan.

isk Priority Number	Ring Spinning (Ring Spinning Frame)	<ul style="list-style-type: none"> • Pencampuran serat tidak sempurna 	3
a hasil perhitungan	Benang tube	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak serat pendek • Masih ada serat pendek • Setting gear tidak standar 	6 1 1
), kejadian (OCC) d	Benang cone	<ul style="list-style-type: none"> • Peregangan tidak sempurna • Penggulungan mesin tidak standar 	5 1

Moda Kegagalan Pc

TABEL 4.15

rat kapas belum terb
otoran masih tetap m
erat sliver perpanjan
suai standar
otoran tetap menem
erat sliver tidak sesu
otoran menempel
rat tidak rata

Rating Kejadian (*Occurance*) Kegagalan
Proses Produksi Bente R 30/1

e. Identifikasi metode deteksi (*detection*) kegagalan

Rating deteksi kegagalan dari penyebab kegagalan masing-masing proses
produksi bente R 30/1 ditampilkan dalam tabel 4.16.

rat sliver tidak sesu
otoran menempel
rat menempel
rat roving tidak sta
tidakrataan serat p
nampang
tus roving
I (twist per inch) l
mor benang tidak
tidakrataan benar
kuatan mulur ren
hang putus
mor benang tidak
ang crossing

Urutan Proses	Proses Produksi (Mesin)	Moda Kegagalan Potensial	DET
Gulungan Lap	Blowing (Crossroll dan Platt Bross)	• Serat kapas belum terbuka total	1
		• Kotoran masih tetap menempel	1
Sliver	Carding (Crossroll dan Platt Bross)	• Berat sliver perpanjang tidak sesuai standar	1
		• Kotoran tetap menempel	1
Sliver dengan twist	Drawing breaker	• Berat sliver tidak sesuai standar	1
		• Kotoran menempel	1
		• Serat tidak rata	6
Sliver dengan twist gabung	Drawing finisher	• Berat sliver tidak sesuai standar	1
		• Kotoran menempel	1
		• Serat menempel	1
Roving	Speed (Speed frame atau flyer)	• Berat roving tidak standar	1
		• Ketidakrataan serat pada penampang	1
		• Putus roving	1
		• TPI (twist per inch) kecil	1
Benang tube	Ring Spinning (Ring Spinning Frame)	• Nomor benang tidak standar	1
		• Ketidakrataan benang	6
		• Kekuatan mulur rendah	1
		• Benang putus	1
Benang cone	Finishing (Auto Winding)	• Nomor benang tidak standar	1
		• Benang crossing	1

TABEL 4.16

Rating Deteksi (*Detection*) Kegagalan
Proses Produksi Bente R 30/1

2. Kinerja proses

a. Peta kontrol variabel \bar{X} R

Opel	X1	X2	X3	X4	X5	jumlah	rata-rata	range	std. dev	
	8.19	10.89	9.86	8.83	9.07	46.84	9.37	2.70	1.16	
	9.59	7.50	8.57	8.84	8.78	43.27	8.65	2.09	0.90	
	9.86	8.80	9.36	9.68	9.00	46.71	9.34	1.06	0.46	
	10.82	9.69	9.41	9.27	8.54	47.73	9.55	2.28	0.98	
	9.90	8.27	10.60	8.69	9.02	46.47	9.29	2.33	1.00	
	8.95	9.38	10.37	7.80	9.18	45.68	9.14	2.58	1.11	
	8.93	10.16	9.44	9.84	8.91	47.28	9.46	1.25	0.54	
	8.84	9.16	8.04	9.21	9.43	44.68	8.94	1.39	0.60	
	9.36	10.32	9.81	9.49	9.32	48.30	9.66	1.00	0.43	
	8.99	9.71	9.05	9.35	7.24	44.34	8.87	2.47	1.06	
jumlah							92.26	19.15		
rata-rata							9.23	1.91		
std. Dev							0.82			

TABEL 4.18

Pengolahan Data Ketidakrataan Bente R 30/1 (dalam %)

Spesifikasi proses ketidakrataan bente R 30/1 yang ditetapkan manajemen

PT. Sandang Nusantara adalah < 11,3%.

Peta \bar{X} :

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 9,23 + (0,577) 1,91 = 10,268$$

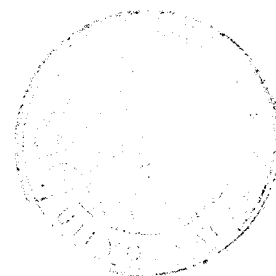
$$\text{Garis Pusat} = \bar{\bar{X}} = 9,23$$

Peta R :

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} = (2,114) 1,91 = 4,037$$

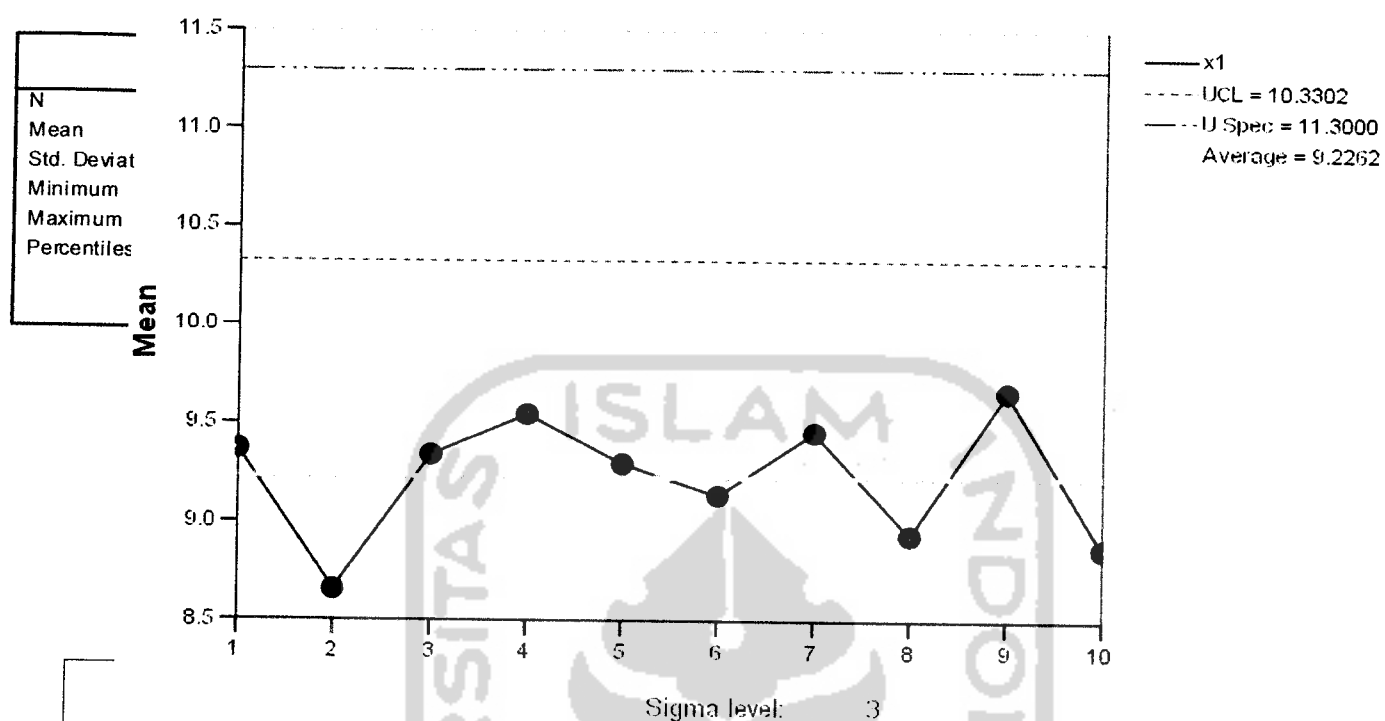
$$\text{Garis Pusat} = \bar{R} = 1,91$$

$$LCL = D_3 \cdot \bar{R} = (0) 1,91 = 0$$



Uji distri

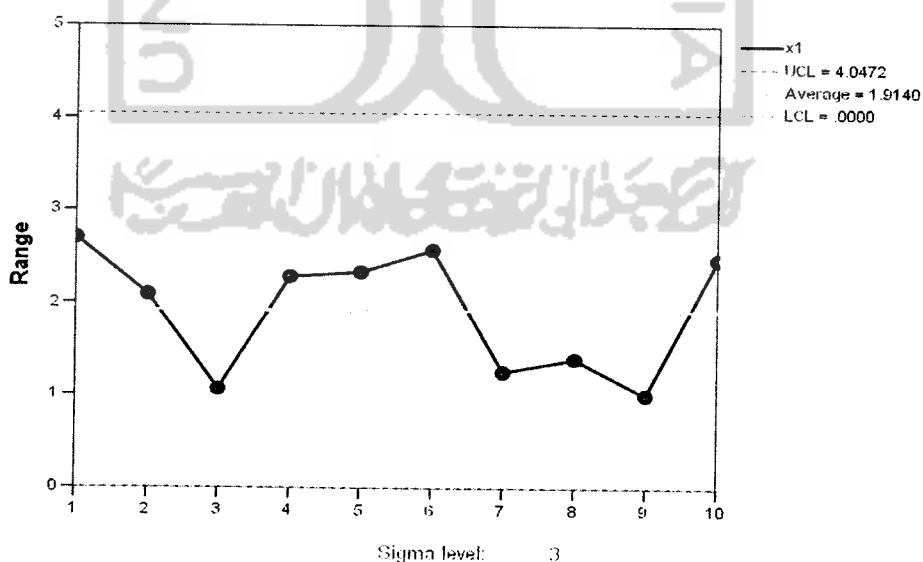
PETA KONTROL X-BAR PROSES KETIDAKRATAAN BENTEN R 30/1



GAMBAR 4.5

Peta Kendali \bar{X} Ketidakrataan Benten R 30/1 Dengan SPSS 13

PETA KONTROL RANGE PROSES KETIDAKRATAAN BENTEN R 30/1



GAMBAR 4.6

Peta Kendali R Ketidakrataan Benten R 30/1 Dengan SPSS 13

Dari gambar plot probabilitas data ketidakrataan benang di atas, diketahui bahwa nilai probabilitas cenderung berada pada garis plot linier bagian tengah. Ini berarti nilai probabilitas data ketidakrataan benang cenderung berdistribusi normal.

Perhitungan manual uji distribusi normal Kolmogorov – Smirnov ditunjukkan pada tabel 4.21.

Ketidakrataan Benang (%)	Frekuensi Observasi Fo	Frekuensi Kumulatif Fko	Xi.Foi	Xi - X	(Xi - X) ²	Foi(Xi - X) ²
7.24	1	1	7.24	-1.98	3.9387	3.9387
7.50	1	2	7.50	-1.73	2.9867	2.9867
7.80	1	3	7.80	-1.43	2.0474	2.0474
8.04	1	4	8.04	-1.19	1.4061	1.4061
8.19	1	5	8.19	-1.04	1.0754	1.0754
8.27	1	6	8.27	-0.96	0.9230	0.9230
8.54	1	7	8.54	-0.68	0.4678	0.4678
8.57	1	8	8.57	-0.65	0.4290	0.4290
8.69	1	9	8.69	-0.53	0.2826	0.2826
8.78	1	10	8.78	-0.45	0.2022	0.2022
8.80	1	11	8.80	-0.42	0.1801	0.1801
8.83	1	12	8.83	-0.39	0.1558	0.1558
8.84	1	13	8.84	-0.39	0.1498	0.1498
8.84	1	14	8.84	-0.38	0.1463	0.1463
8.91	1	15	8.91	-0.32	0.1012	0.1012
8.93	1	16	8.93	-0.29	0.0867	0.0867
8.95	1	17	8.95	-0.28	0.0783	0.0783
8.99	1	18	8.99	-0.24	0.0557	0.0557
9.00	1	19	9.00	-0.22	0.0505	0.0505
9.02	1	20	9.02	-0.21	0.0432	0.0432
9.05	1	21	9.05	-0.18	0.0308	0.0308
9.07	1	22	9.07	-0.16	0.0244	0.0244
9.16	1	23	9.16	-0.06	0.0041	0.0041
9.18	1	24	9.18	-0.05	0.0024	0.0024
9.21	1	25	9.21	-0.02	0.0003	0.0003
9.27	1	26	9.27	0.04	0.0015	0.0015
9.32	1	27	9.32	0.09	0.0088	0.0088
9.35	1	28	9.35	0.13	0.0159	0.0159
9.36	1	29	9.36	0.13	0.0172	0.0172
9.36	1	30	9.36	0.13	0.0176	0.0176
9.38	1	31	9.38	0.16	0.0251	0.0251

9.41	1	32	9.41	0.18	0.0331	0.0331
9.43	1	33	9.43	0.20	0.0405	0.0405
9.44	1	34	9.44	0.21	0.0451	0.0451
9.49	1	35	9.49	0.26	0.0697	0.0697
9.59	1	36	9.59	0.36	0.1296	0.1296
9.68	1	37	9.68	0.46	0.2106	0.2106
9.69	1	38	9.69	0.47	0.2186	0.2186
9.71	1	39	9.71	0.48	0.2335	0.2335
9.81	1	40	9.81	0.59	0.3432	0.3432
9.84	1	41	9.84	0.61	0.3776	0.3776
9.86	1	42	9.86	0.63	0.4008	0.4008
9.86	1	43	9.86	0.64	0.4038	0.4038
9.90	1	44	9.90	0.67	0.4480	0.4480
10.16	1	45	10.16	0.93	0.8716	0.8716
10.32	1	46	10.32	1.09	1.1906	1.1906
10.37	1	47	10.37	1.15	1.3190	1.3190
10.60	1	48	10.60	1.37	1.8828	1.8828
10.82	1	49	10.82	1.60	2.5548	2.5548
10.89	1	50	10.89	1.66	2.7720	2.7720
			461.30			28.4992

TABEL 4.20

Perhitungan Statistik Uji Normal Kolmogorov – Smirnov

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi Fi}{\sum_{i=1}^n Foi} = \frac{499,53}{50} = 9,23$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Foi(Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{28,4992}{49}} = 0,7626$$

Rumus mencari nilai statistik uji Kolmogorov – Smirnov adalah :

$$Z_x = \frac{Xi - \bar{X}}{S} \quad F_x = p(Z < Z_x) \quad S_x = \frac{F_{ko}}{n}$$

Dimana :

Z_x: nilai batas distribusi normal

F_x : nilai probabilitas di bawah kurva normal

Xi: data ke i

S_x : distribusi frekuensi kumulatif observasi

X: rata – rata

Foi : frekuensi observasi data ke i

s: deviasi standar

Fko : frekuensi kumulatif observasi data ke i

n: jumlah data

Ketidakrataan Benang (%)	Frekuensi Observasi Fo	Frekuensi Kumulatif Fko	Nilai Z	Sx	Fx	Nilai D+	Nilai D-
7.24	1	1	-2.602	0.02	0.0046	0.0154	-0.00463
7.50	1	2	-2.266	0.04	0.0117	0.0283	0.0083
7.80	1	3	-1.876	0.06	0.0303	0.0297	0.0097
8.04	1	4	-1.555	0.08	0.0600	0.0200	0.0000
8.19	1	5	-1.360	0.1	0.0870	0.0130	-0.0070
8.27	1	6	-1.260	0.12	0.1039	0.0161	-0.0039
8.54	1	7	-0.897	0.14	0.1849	-0.0449	-0.0649
8.57	1	8	-0.859	0.16	0.1952	-0.0352	-0.0552
8.69	1	9	-0.697	0.18	0.2429	-0.0629	-0.0829
8.78	1	10	-0.590	0.2	0.2777	-0.0777	-0.0977
8.80	1	11	-0.556	0.22	0.2890	-0.0690	-0.0890
8.83	1	12	-0.518	0.24	0.3024	-0.0624	-0.0824
8.84	1	13	-0.507	0.26	0.3059	-0.0459	-0.0659
8.84	1	14	-0.502	0.28	0.3080	-0.0280	-0.0480
8.91	1	15	-0.417	0.3	0.3383	-0.0383	-0.0583
8.93	1	16	-0.386	0.32	0.3497	-0.0297	-0.0497
8.95	1	17	-0.367	0.34	0.3569	-0.0169	-0.0369
8.99	1	18	-0.309	0.36	0.3785	-0.0185	-0.0385
9.00	1	19	-0.295	0.38	0.3841	-0.0041	-0.0241
9.02	1	20	-0.272	0.4	0.3926	0.0074	-0.0126
9.05	1	21	-0.230	0.42	0.4090	0.0110	-0.0090
9.07	1	22	-0.205	0.44	0.4189	0.0211	0.0011
9.16	1	23	-0.084	0.46	0.4666	-0.0066	-0.0266
9.18	1	24	-0.065	0.48	0.4742	0.0058	-0.0142
9.21	1	25	-0.021	0.5	0.4916	0.0084	-0.0116
9.27	1	26	0.052	0.52	0.5206	-0.0006	-0.0206
9.32	1	27	0.123	0.54	0.5488	-0.0088	-0.0288
9.35	1	28	0.165	0.56	0.5657	-0.0057	-0.0257
9.36	1	29	0.172	0.58	0.5684	0.0116	-0.0084
9.36	1	30	0.174	0.6	0.5691	0.0309	0.0109
9.38	1	31	0.208	0.62	0.5823	0.0377	0.0177
9.41	1	32	0.239	0.64	0.5943	0.0457	0.0257
9.43	1	33	0.264	0.66	0.6040	0.0560	0.0360
9.44	1	34	0.279	0.68	0.6097	0.0703	0.0503
9.49	1	35	0.346	0.7	0.6354	0.0646	0.0446

9.59	1	36	0.472	0.72	0.6815	0.0385	0.0185
9.68	1	37	0.602	0.74	0.7263	0.0137	-0.0063
9.69	1	38	0.613	0.76	0.7301	0.0299	0.0099
9.71	1	39	0.634	0.78	0.7368	0.0432	0.0232
9.81	1	40	0.768	0.8	0.7788	0.0212	0.0012
9.84	1	41	0.806	0.82	0.7898	0.0302	0.0102
9.86	1	42	0.830	0.84	0.7968	0.0432	0.0232
9.86	1	43	0.833	0.86	0.7976	0.0624	0.0424
9.90	1	44	0.878	0.88	0.8099	0.0701	0.0501
10.16	1	45	1.224	0.9	0.8896	0.0104	-0.0096
10.32	1	46	1.431	0.92	0.9237	-0.0037	-0.0237
10.37	1	47	1.506	0.94	0.9340	0.0060	-0.0140
10.60	1	48	1.799	0.96	0.9640	-0.0040	-0.0240
10.82	1	49	2.096	0.98	0.9820	-0.0020	-0.0220
10.89	1	50	2.183	1	0.9855	0.0145	-0.0055

TABEL 4.21

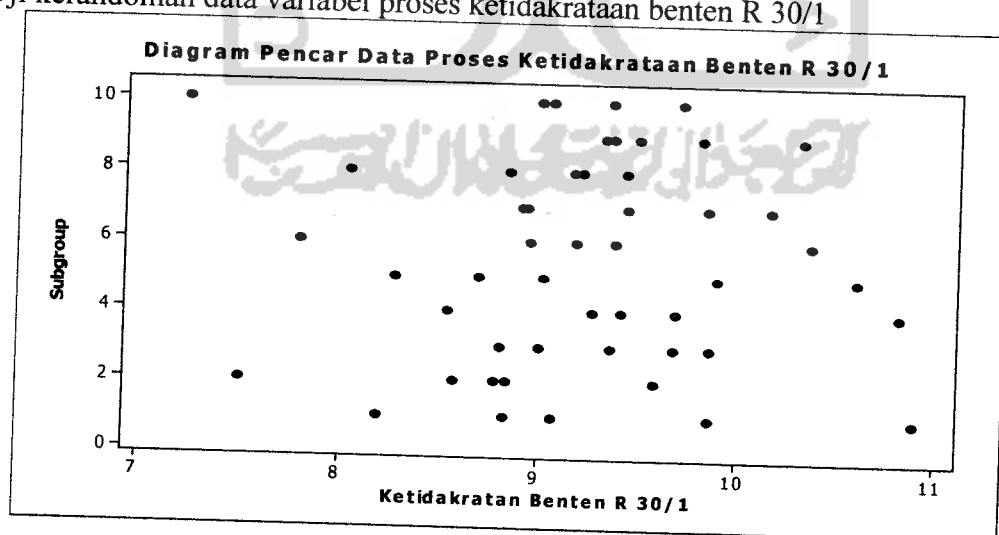
Perhitungan Nilai D+ dan D- Uji Normal
Kolmogorov – Smirnov

Maksimum D+ = 0,0703

Minimum D- = -0,0977

D maksimum = Maksimum | D+;D- |
= 0,0977

Uji kerandoman data variabel proses ketidakrataan benten R 30/1



GAMBAR 4.8

Diagram Pencar Data Ketidakrataan Bente R 30/1 dengan Minitab 14

b. Peta kendali C untuk jumlah cacat

Subgroup	Jumlah Cacat	Subgroup	Jumlah Cacat	Subgroup	Jumlah Cacat	Subgroup	Jumlah Cacat
1	5	8	6	16	8	23	5
2	5	9	5	17	8	24	5
3	4	10	7	18	6	25	5
4	4	11	2	19	7	26	4
5	5	12	5	20	5	27	3
6	6	13	3	21	7	28	4
7	2	14	3	22	7	29	4
JUMLAH	31	15	4	JUMLAH	48	30	5
		JUMLAH	35			JUMLAH	35

TABEL 4.22

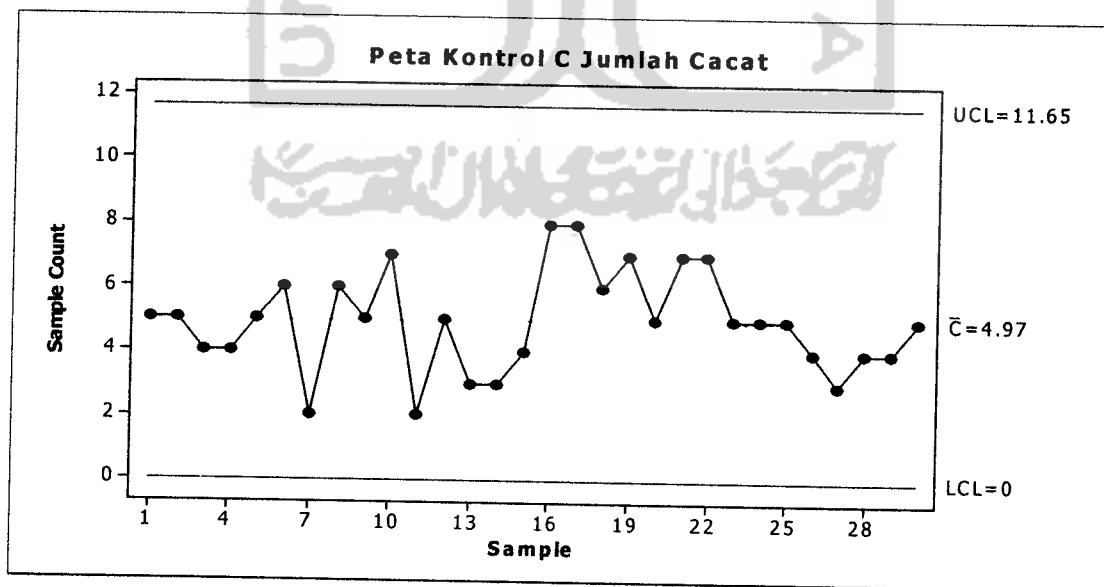
Tabel Perhitungan Data Cacat

$$\bar{c} = \frac{(31+35+48+35)}{30} = 4,97$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 4,97 + (3\sqrt{4,97}) = 11,658$$

Garis Pusat = $\bar{c} = 4,97$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 4,97 - (3\sqrt{4,97}) = -1,72 \text{ karena nilai UCL negatif, maka } UCL = 0$$



GAMBAR 4.9

Peta Kontrol C Jumlah Cacat dengan Minitab 14

Uji distribusi poisson Kolmogorov – Smirnov data jumlah cacat

		Data Jumlah Cacat
N		30
Mean		4.97
Std. Deviation		1.586
Minimum		2
Maximum		8
Percentiles	25th	4.00
	50th (Median)	5.00
	75th	6.00

TABEL 4.23
Statistik Deskriptif Data Jumlah Cacat

		Data Jumlah Cacat
N		30
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	4.97
Most Extreme Differences	Absolute	.103
	Positive	.078
	Negative	-.103
Kolmogorov-Smirnov Z		.565
Asymp. Sig. (2-tailed)		.907

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

TABEL 4.24

Uji Distribusi Poisson Kolmogorov – Smirnov Data Jumlah Cacat
Menggunakan *Software* SPSS 13

Perhitungan manual uji distribusi poisson Kolmogorov – Smirnov data jumlah cacat adalah :

$$Mean = \mu = \frac{\sum_{i=1}^n fiXi}{\sum_{i=1}^n fi} = \frac{149}{30} = 4,967$$

Jumlah Cacat X	Frekuensi Observasi Fo	Frekuensi Kumulatif Fko	Xi.Foi	Xi - X	(Xi - X) ²	Foi(Xi - X) ²
2	1	1	2	-2.9667	8.8011	8.8011
2	1	2	2	-2.9667	8.8011	8.8011
3	1	3	3	-1.9667	3.8678	3.8678
3	1	4	3	-1.9667	3.8678	3.8678
3	1	5	3	-1.9667	3.8678	3.8678
4	1	6	4	-0.9667	0.9344	0.9344
4	1	7	4	-0.9667	0.9344	0.9344
4	1	8	4	-0.9667	0.9344	0.9344
4	1	9	4	-0.9667	0.9344	0.9344
4	1	10	4	-0.9667	0.9344	0.9344
4	1	11	4	-0.9667	0.9344	0.9344
5	1	12	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	13	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	14	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	15	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	16	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	17	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	18	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	19	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	20	5	0.0333	0.0011	0.0011
5	1	21	5	0.0333	0.0011	0.0011
6	1	22	6	1.0333	1.0678	1.0678
6	1	23	6	1.0333	1.0678	1.0678
6	1	24	6	1.0333	1.0678	1.0678
7	1	25	7	2.0333	4.1344	4.1344
7	1	26	7	2.0333	4.1344	4.1344
7	1	27	7	2.0333	4.1344	4.1344
7	1	28	7	2.0333	4.1344	4.1344
8	1	29	8	3.0333	9.2011	9.2011
8	1	30	8	3.0333	9.2011	9.2011
			149			72.9667

TABEL 4.25

Perhitungan Uji Kolmogorov – Smirnov

$$S_x = \frac{F_{KO}}{n} \quad F_x = P(X) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!} \quad D^+ = S_x - F_x \quad D^- = F_{x-1} - S_x$$

Contoh perhitungan untuk data jumlah cacat X = 2 :

$$S_x = \frac{1}{30} = 0,033$$

$$F_x = \frac{4,967^2 e^{-4,967}}{2!} = 0,1275$$

$$D+ = 0,033 - 0,1275 = -0,0942$$

$$D- = 0 - 0,033 = -0,033$$

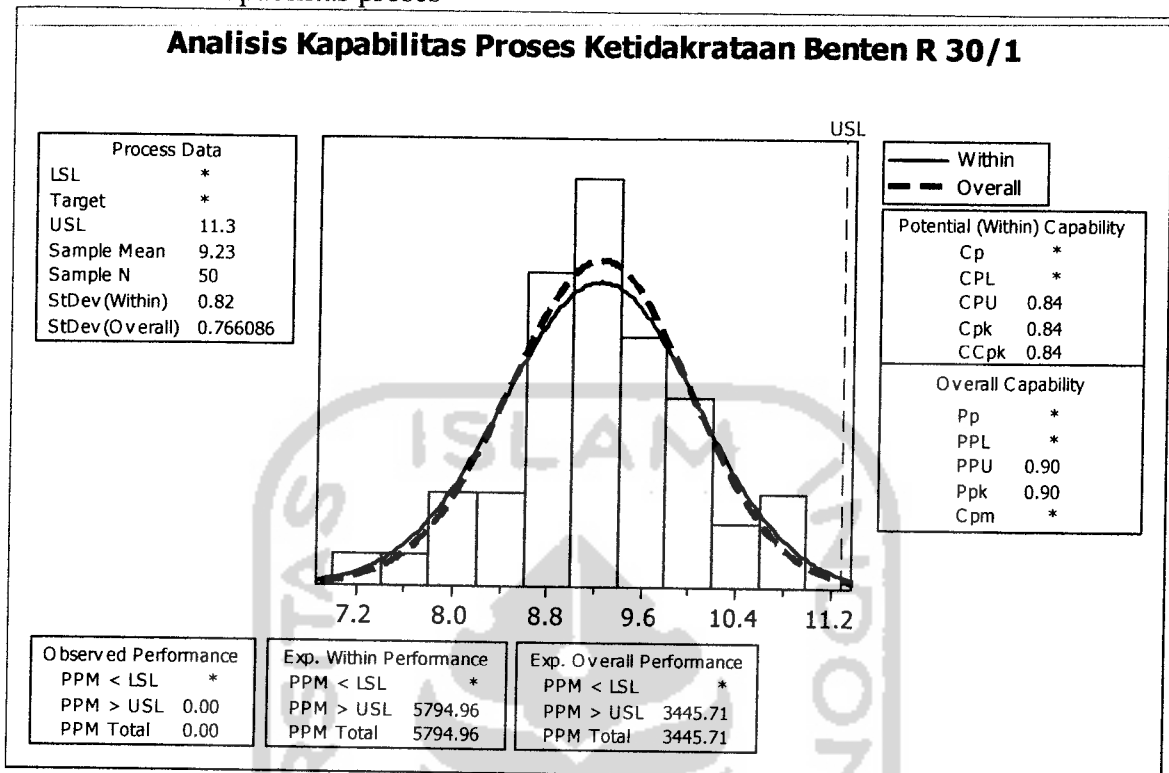
Jumlah Cacat X	Frekuensi Observasi Fo	Frekuensi Kumulatif Fko	Sx	Fx	Nilai D+	Nilai D-
2	1	1	0.033	0.1275	-0.0942	-0.0333
2	1	2	0.067	0.1275	-0.0608	0.0608
3	1	3	0.100	0.2697	-0.1697	0.0275
3	1	4	0.133	0.2697	-0.1364	0.1364
3	1	5	0.167	0.2697	-0.1031	0.1031
4	1	6	0.200	0.4464	-0.2464	0.0697
4	1	7	0.233	0.4464	-0.2130	0.2130
4	1	8	0.267	0.4464	-0.1797	0.1797
4	1	9	0.300	0.4464	-0.1464	0.1464
4	1	10	0.333	0.4464	-0.1130	0.1130
4	1	11	0.367	0.4464	-0.0797	0.0797
5	1	12	0.400	0.6218	-0.2218	0.0464
5	1	13	0.433	0.6218	-0.1885	0.1885
5	1	14	0.467	0.6218	-0.1551	0.1551
5	1	15	0.500	0.6218	-0.1218	0.1218
5	1	16	0.533	0.6218	-0.0885	0.0885
5	1	17	0.567	0.6218	-0.0551	0.0551
5	1	18	0.600	0.6218	-0.0218	0.0218
5	1	19	0.633	0.6218	0.0115	-0.0115
5	1	20	0.667	0.6218	0.0449	-0.0449
5	1	21	0.700	0.6218	0.0782	-0.0782
6	1	22	0.733	0.7670	-0.0337	-0.1115
6	1	23	0.767	0.7670	-0.0004	0.0004
6	1	24	0.800	0.7670	0.0330	-0.0330
7	1	25	0.833	0.8701	-0.0368	-0.0663
7	1	26	0.867	0.8701	-0.0034	0.0034
7	1	27	0.900	0.8701	0.0299	-0.0299
7	1	28	0.933	0.8701	0.0632	-0.0632
8	1	29	0.967	0.9341	0.0326	-0.0966
8	1	30	1.000	0.9341	0.0659	-0.0659

TABEL 4.26

Perhitungan Statistik Uji Kolmogorov – Smirnov
Data Jumlah Cacat

$$\text{Maks } D+ = 0,0782 \quad \text{Min } D- = -0,1115 \quad D_{\text{maks}} = \text{Maks} | 0,0782 ; -0,1115 | = 0,1115$$

3. Analisis kapabilitas proses



GAMBAR 4.10

Analisis Kapabilitas Proses Data Ketidakrataan Benten R 30/1
Menggunakan *Software* Minitab 14

Perhitungan manual analisis kapabilitas proses :

Nilai spesifikasi karakteristik kualitas ketidakrataan benten R 30/1 adalah < 11,3%, atau USL = 11,3%.

$$C_{pm} = \frac{\{2 \text{absolut}(USL - \bar{X})\}}{\{6\sqrt{(\bar{X} - \bar{X})^2 + s^2}\}} = \frac{\text{Absolut}(USL - \bar{X})}{\{3\sqrt{s^2}\}} = \frac{\text{Absolut}(11,3 - 9,23)}{3\sqrt{0,766^2}} = \frac{2,07}{2,298} = 0,90$$

$$C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{(\bar{X} - LSL)}{3s}, \frac{(USL - \bar{X})}{3s} \right] = \frac{(USL - \bar{X})}{3S} = \frac{(11,3 - 9,23)}{3(0,82)} = 0,841$$

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left\{ \frac{(\bar{X} - T)}{s} \right\}^2}} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left\{ \frac{(\bar{X} - \bar{X})}{s} \right\}^2}} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + 0}} = C_{pk} = 0,841$$

4. Menghitung tingkat kualitas *sigma* (*Sigma Quality Level*)

a. Menghitung nilai DPMO

$$Z = \frac{(USL - \bar{X})}{S} = \frac{11,3 - 9,23}{0,766} = 2,524 \quad P(Z \geq 2,524) = 0,994205$$

$$\left[1 - P \left(Z \leq \text{absolut} \left(\frac{USL - \bar{X}}{S} \right) \right) \right] \times 1.000.000$$

$$(1 - 0,994205) \times 1.000.000 = 5.794,96$$

b. Konversi nilai DPMO ke nilai kapabilitas *sigma*

Konversi nilai DPMO ke dalam nilai kapabilitas *sigma* menggunakan tabel konversi yang bersumber dari Gasperz (2004), adalah :

$$\text{Kapabilitas Sigma} = 4,024 \text{ sigma}$$

Atau untruk mencari nilai *kapabilitas sigma* dapat menggunakan rumus :

$$\text{Sigma} = Z_Y + 1,5_{\text{shift}} = 2,524 + 1,5 = 4,024$$

c. Menghitung *Yield* (*Y*)

Nilai *yield* atau kemampuan proses untuk menghasilkan produk bebas cacat dapat menggunakan table konversi Gasperzs (2004).

Untuk proses yang memiliki kemampuan 5.794,96 DPMO dengan *kapabilitas sigma* sebesar 4,024 maka hasil (*yield*) adalah 99,41%.

4.2.3 Tahap *Analyze*

Analisis regresi dan korelasi

No	Ketidakrataan benten	RPM	TPI	Jenis mesin	Suhu
1	7.50	11000	19.72	1	33.34
2	8.19	11000	19.72	1	33.42
3	8.54	11000	19.76	1	33.71
4	8.57	11000	19.78	1	33.87
5	8.78	11000	19.83	1	34.05
6	8.80	11000	19.86	1	34.13
7	8.83	11000	19.87	1	34.18
8	8.84	11000	19.90	1	34.34
9	9.00	11000	19.91	1	34.56
10	9.07	11000	19.93	1	34.75
11	9.27	13000	19.95	3	34.87
12	9.36	13000	19.95	3	34.96
13	9.41	13000	19.96	3	35.06
14	9.59	13000	19.97	3	35.15
15	9.68	13000	20.02	3	35.10
16	9.69	13000	20.03	3	35.10
17	9.86	13000	20.14	3	35.10
18	9.86	13000	20.16	3	34.90
19	9.88	13000	20.17	3	35.00
20	9.88	13000	20.23	3	35.15
21	9.88	12000	20.03	2	35.15
22	9.9	12000	20.02	2	35.10
23	9.9	12000	20.02	2	35.30
24	9.95	12000	20.03	2	35.33
25	10.67	12000	19.97	2	35.35
26	10.77	12000	19.95	2	35.35
27	10.77	12000	19.95	2	35.48
28	10.82	12500	19.97	2	35.49
29	10.89	12500	19.93	2	35.86
30	10.93	12500	19.98	2	36.17
Jumlah	287.0800	361500	598.7100	60	1045.3200

Sumber : Pengukuran pada Proses

TABEL 4.27

Data Analisis Regresi dan Korelasi

Data pada tabel 4.27 di atas adalah variabel – variabel yang digunakan untuk analisis regresi dan korelasi, untuk menentukan faktor apakah yang paling mempengaruhi CTQ kunci yaitu ketidakrataan benang. Data tersebut didapatkan dari hasil pengukuran pada proses produksi *ring spinning*.

Data ketidakrataan benang diidentifikasi sebagai variabel dependent (Y), sedangkan variabel independent (X) adalah RPM mesin RSF, TPI mesin RSF, jenis mesin yang digunakan dalam proses *ring spinning* yaitu satu (1) untuk jenis mesin RSF Platt Modifikasi, dua (2) untuk jenis mesin RSF Howa dan tiga (3) untuk jenis mesin RSF Zinser, dan suhu ruang *ring spinning*. Pengolahan regresi dan korelasi menggunakan alat bantu *software* SPSS 13, sedangkan untuk pengolahan dengan perhitungan manual ditunjukkan pada lampiran 12. Hasil pengolahan dengan SPSS 13 seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.28 sampai dengan tabel 4.31 juga pada gambar 4.11 sampai gambar 4.12.

Correlations						
		Ketidakrataan Benang R 30/1	RPM	TPI	Jenis Mesin	Suhu ruang RS
Pearson Correlation	Ketidakrataan Benang R 30/1	1.000	.586	.616	.501	.942
	RPM	.586	1.000	.759	.984	.687
	TPI	.616	.759	1.000	.770	.684
	Jenis Mesin	.501	.984	.770	1.000	.608
	Suhu ruang RS	.942	.687	.684	.608	1.000
Sig. (1-tailed)	Ketidakrataan Benang R 30/1	.	.000	.000	.002	.000
	RPM	.000	.	.000	.000	.000
	TPI	.000	.000	.	.000	.000
	Jenis Mesin	.002	.000	.000	.	.000
	Suhu ruang RS	.000	.000	.000	.000	.
N	Ketidakrataan Benang R 30/1	30	30	30	30	30
	RPM	30	30	30	30	30
	TPI	30	30	30	30	30
	Jenis Mesin	30	30	30	30	30
	Suhu ruang RS	30	30	30	30	30

TABEL 4.28

Nilai Analisis Korelasi Dengan SPSS 13

Tabel 4.28 merupakan hasil pengolahan koefisien korelasi *pearson* antara variabel dependent dengan variabel independent. Koefisien korelasi antara RPM mesin RSF dengan ketidakrataan benang adalah 0,586, sedangkan koefisien korelasi TPI mesin RSF dengan ketidakrataan benang adalah 0,616. Korelasi jenis mesin yang

digunakan pada proses *ring spinning* dengan ketidakrataan benang sebesar 0,501, dan koefisien korelasi suhu ruang *ring spinning* dengan ketidakrataan benang adalah 0,942.

Model Summary^a

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.947 ^a	.897	.881	.29632	.723

a. Predictors: (Constant), Suhu ruang RS, Jenis Mesin, TPI, RPM

b. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

TABEL 4.29

Nilai R^2 Analisis Regresi Dengan SPSS 13

Persentase besarnya pengaruh semua variabel independent terhadap variabel dependent dapat diketahui dari besarnya koefisien determinasi (R^2) persamaan regresi. Pada tabel 4.29 nilai R^2 adalah 0,897. hal ini berarti sekitar 89,7% variasi yang terjadi pada ketidakrataan benang dapat dijelaskan oleh variabel – variabel RPM, TPI, jenis mesin, dan suhu ruang *ring spinning*. Sedangkan sisanya sekitar 10,3% variasi ketidakrataan benang dijelaskan oleh variabel lain. Berarti persamaan regresi yang terbentuk mampu menjelaskan variasi data ketidakrataan benang.

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	19.177	4	4.794	54.600	.000 ^a
	Residual	2.195	25	.088		
	Total	21.372	29			

a. Predictors: (Constant), Suhu ruang RS, Jenis Mesin, TPI, RPM

b. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

TABEL 4.30

Nilai ANOVA Model Regresi Dengan SPSS 13

Tabel 4.30 merupakan hasil pengolahan uji ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara variabel independent terhadap variabel dependent. Nilai F adalah nilai statistik uji ANOVA sebesar 54,600 dengan signifikansi sebesar 0,000.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-42.355	15.716		-2.695	.012
	RPM	.0002667	.000	.262	.543	.592
	TPI	.395	.822	.057	.481	.635
	Jenis Mesin	-.394	.485	-.381	-.812	.424
	Suhu ruang RS	1.194	.152	.954	7.848	.000

a. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

TABEL 4.31

Nilai Koefisien Model Regresi
Dengan SPSS 13

Besarnya koefisien persamaan regresi yang terbentuk ditunjukkan pada tabel 4.31 pada kolom B. Dari hasil pengolahan tersebut berarti persamaan regresi yang terbentuk adalah :

$$Y = 0,0002667X_1 + 0,395X_2 - 0,394X_3 + 1,194X_4 - 42,355$$

Karena variabel X_3 atau variabel jenis mesin adalah variabel kualitatif, maka persamaan regresi yang sebenarnya adalah :

Jika proses menggunakan mesin *ring spinning frame* jenis *platt* modifikasi ($X_3 = 1$), maka persamaan regresinya :

$$Y = 0,0002667X_1 + 0,395X_2 + 1,194X_4 - 42,749$$

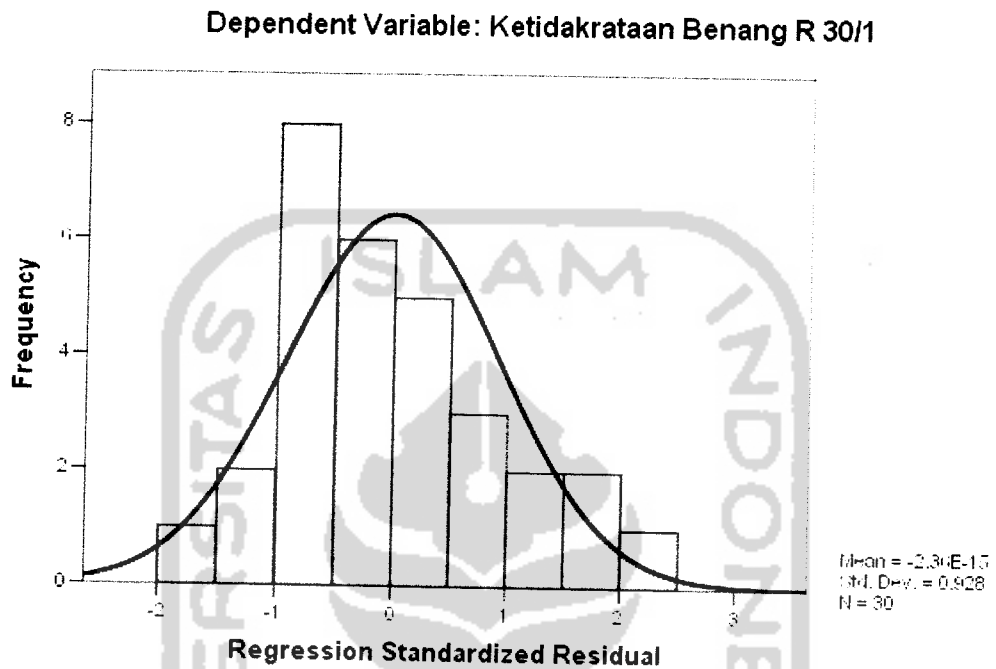
Jika proses menggunakan mesin *ring spinning frame* jenis *platt* modifikasi ($X_3 = 2$), maka persamaan regresinya :

$$Y = 0,0002667X_1 + 0,395X_2 + 1,194X_4 - 43,143$$

Jika proses menggunakan mesin *ring spinning frame* jenis *platt* modifikasi ($X_3 = 3$), maka persamaan regresinya :

$$Y = 0,0002667X_1 + 0,395X_2 + 1,194X_4 - 43,537$$

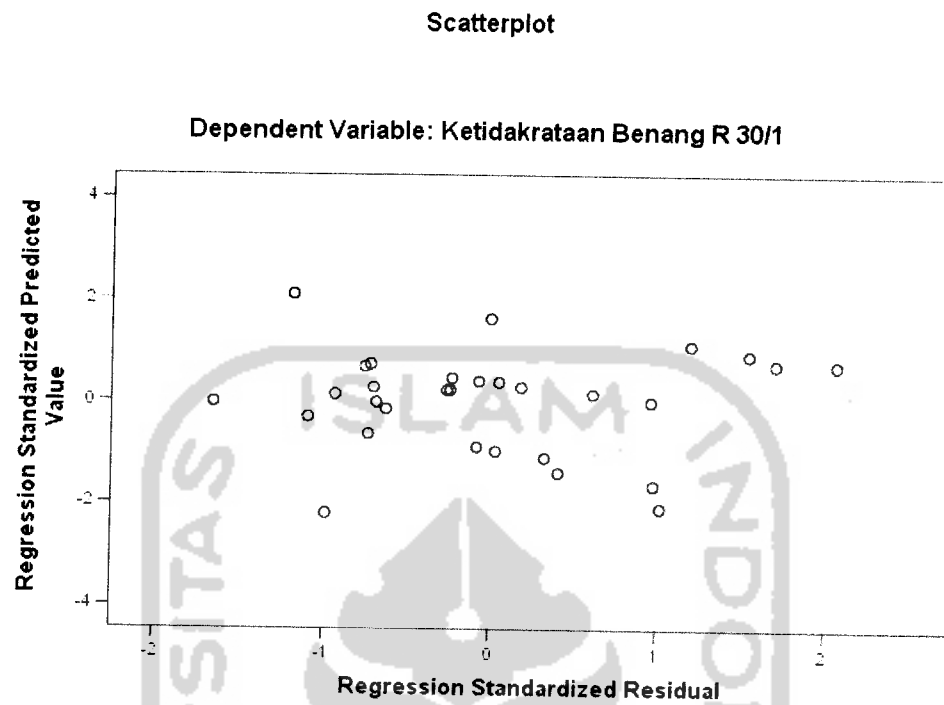
Histogram



GAMBAR 4.11

Histogram Residual Analisis Regresi dengan SPSS 13

Gambar 4.11 menunjukkan hasil histogram dari nilai residual persamaan regresi. Dari histogram tersebut menunjukkan bahwa nilai residual persamaan regresi cenderung mengikuti distribusi normal, dimana rata – rata nilai residual persamaan regresi ada ditengah.



GAMBAR 4.12

Diagram Pencar Nilai Residual Analisis Regresi dengan SPSS 13

Gambar 4.12 menunjukkan sebaran residual terhadap nilai prediksi dari persamaan regresi. Dari tampilan *scatterplot* tersebut menunjukkan data tidak membentuk sebuah pola tertentu atau dapat dikatakan pola data cenderung tersebar secara random.

BAB V

PEMBAHASAN

Berdasarkan data – data yang telah diolah dalam bab IV, maka tahap selanjutnya dalam bab V adalah melakukan analisa hasil pengolahan data untuk lebih memahami hasil penelitian ini. Analisa hasil pengolahan data menggunakan pendekatan tahapan *Six Sigma* yaitu *define, measure, analyze, improve* dan *control* juga pendekatan fungsi pemecahan masalah *Six Sigma* $Y = f(X)$ untuk memudahkan pencapaian tujuan dari penerapan metode *Six Sigma*.

5.1 Tahap *Define*

Pada tahap ini lebih difokuskan kepada identifikasi prioritas masalah yang akan ditangani. Berdasarkan diagram pareto pada gambar 4.1 jenis cacat yang paling banyak terjadi adalah cacat nomor benang yang menjadi keluhan divisi finishing yaitu sebesar 61,4% dengan frekuensi kejadian 51 kali. Berdasarkan data tersebut berarti prioritas utama jenis cacat yang harus diperbaiki adalah cacat nomor benang. Cacat nomor benang akan menurunkan kualitas produk benten R 30/1 karena berat benang yang tidak sesuai standar akan mempengaruhi kualitas kain tenun.

Dari CTQ *drill down tree* yang ditunjukkan gambar 4.2, dengan memecahkan masalah utama yaitu nomor benang yang tidak sesuai standar menjadi tiga penentu dan dari masing – masing penentu tersebut masalah dipecah lagi menjadi lebih detail dan lebih jelas hal –hal apa saja yang menjadi faktor penjelas dari masalah utama. Dari gambar 4.2 tersebut diketahui bahwa ada sembilan karakteristik kualitas (CTQ)

yang terbagi dalam tiga penentu yaitu pertama material, CTQ terdiri dari serat pendek, banyak kotoran, tingkat kehalusan serat. Kedua mesin, CTQ terdiri dari setting gear mesin RSF, Rpm TPI mesin RSF. Dan ketiga proses, CTQ terdiri dari pencampuran serat tidak merata, ketidakrataan benang, benang sliver tidak standar, dan benang roving kurang twist. Keseluruhan CTQ tersebut harus diperbaiki agar dapat memberikan kepuasan kepada pelanggan. Namun dalam metode *six sigma* tidak keseluruhan CTQ tersebut diperbaiki, namun dipilih dengan pengujian CTQ yang paling potensial yang memberikan kepuasan kepada pelanggan.

5.2 Tahap Measure

5.2.1 Menentukan CTQ Potensial

Berdasarkan hasil analisa FMEA pada tabel 4.17 diketahui bahwa RPN tertinggi yaitu 288 dimiliki oleh proses ring spinning pada mesin ring spinning frame dengan penyebab kegagalan potensial banyaknya serat pendek dan moda kegagalan ketidakrataan benang. Dari data tersebut maka ketidakrataan benang dipilih sebagai CTQ potensial. Pada tahap ini CTQ potensial diidentifikasi sebagai variabel “Y” dalam fungsi pemecahan masalah ($Y = f(X)$).

5.2.2 Analisa Kinerja Proses

1. Analisis Peta Kontrol Variabel \bar{X} R

Berdasarkan hasil pengolahan peta kontrol \bar{X} pada gambar 4.5 diketahui nilai rata – rata proses keseluruhan subgroup adalah 9,23% dengan batas spesifikasi atas (USL) 11,3%, dan nilai batas kontrol atas (UCL) 10,628%. Diketahui bahwa rata –

rata pengukuran ketidakrataan benang terkendali secara statistik karena dari peta \bar{X} tidak ada nilai rata – rata proses yang keluar dari batas spesifikasi atas (USL). Rata – rata proses juga tidak ada yang keluar dari batas kontrol atas (UCL). Berarti pengukuran ketidakrataan benang dari proses produksi ring spinning benten R 30/1 dapat dikatakan sesuai dengan pengendalian proses atau berada dalam kondisi *in statistical control* dengan kemungkinan adanya variasi penyebab umum yang ditandai dengan nilai rata – rata bervariasi. Variasi penyebab umum adalah faktor – faktor yang melekat pada proses industri yang menyebabkan oleh timbulnya variasi dalam system industri serta hasil – hasilnya. Oleh karena variasi penyebab umum ini melekat pada sistem, maka untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen – elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen industri yang dapat memperbaikinya, karena hanya pihak manajemen yang mengendalikan sistem industri itu.

Peta kontrol R (Range) yang ditunjukkan pada gambar 4.6 juga menunjukkan bahwa range data pengukuran ketidakrataan benang berada dalam kondisi terkendali, karena tidak ada nilai range yang keluar dari batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah, kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat keakurasian atau ketepatan proses yang diukur sangat baik.

Kinerja dari proses produksi yang berada dalam kondisi stabil akan dapat diprediksi variasi prosesnya untuk waktu yang akan datang, tetapi data pengukuran tersebut harus mengikuti distribusi normal. Untuk mengetahui data pengukuran ketidakrataan benang mengikuti distribusi normal atau tidak, dapat dilakukan

pengujian hipotesis distribusi. Analisa hasil uji distribusi normal data ketidakrataan benang dengan metode Kolmogorv – Smirnov, adalah sebagai berikut :

Hipotesis :

Ho : Data proses ketidakrataan benang berdistribusi normal

H1 : Data proses ketidakrataan benang tidak berdistribusi normal

Tingkat signifikansi :

$$\alpha = 0,05 \quad n \text{ sampel} = 50 \quad D_{(0,05; 50)} = 0,1923$$

Daerah kritis :

Jika $D_{\text{maksimal}} \leq D_{\text{tabel}}$ maka Ho diterima

Jika $D_{\text{maksimal}} > D_{\text{tabel}}$ maka Ho ditolak

Atau

Jika $\text{sig} \geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika $\text{sig} < 0,05$ maka Ho ditolak

Nilai statistik uji :

$$D_{\text{maksimal}} = 0,099 \quad \text{Sig} = 0,710$$

Kesimpulan :

Karena nilai D_{maksimal} (0,099) lebih kecil dari nilai D_{tabel} (0,1923), maka disimpulkan menerima Ho yang berarti data proses ketidakrataan benang berdistribusi normal.

Dari diagram pencar data pengukuran ketidakrataan benang yang ditunjukkan pada gambar 4.7, dapat disimpulkan bahwa data ketidakrataan benang bersifat random, karena dari diagram pencar tidak menunjukkan suatu pola data tertentu yang bersifat umum yang dapat mengindikasikan data tidak random. Kerandoman data menunjukkan bahwa sampel layak untuk diolah.

2. Analisa Peta Kontrol Attribute C untuk jumlah Cacat

Berdasarkan perhitungan pada bab IV, tentang pemeriksaan jumlah cacat dari proses benten R 30/1 pada divisi ring spinning selama periode Januari sampai dengan Juli 2007, diketahui bahwa nilai garis pusat untuk peta kontrol C adalah 4,97 dengan nilai batas kontrol atas (UCL) 11,65 dan nilai batas kontrol bawah (LCL) 0. Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa tidak ada data jumlah cacat yang keluar dari batas kontrol baik batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah. Peta kontrol C tersebut menunjukkan bahwa cacat yang terjadi dari proses ring spinning benten R 30/1 berada dalam kondisi terkendali.

Analisa hasil uji distribusi poisson data jumlah cacat dengan metode Kolmogorov – Smirnov bertujuan untuk menguji apakah data jumlah cacat sesuai dengan distribusi teoritisnya yaitu distribusi poisson. Analisisnya sebagai berikut :

Hipotesis :

H_0 : Data jumlah cacat ketidakrataan benang sesuai dengan distribusi poisson

H_1 : Data jumlah cacat ketidakrataan benang tidak sesuai dengan distribusi poisson

Tingkat signifikansi :

$$\alpha = 0,05 \quad n \text{ sampel} = 30 \quad D_{(0,05 ; 30)} = 0,248$$

Daerah kritis :

Jika $D_{\text{maksimal}} \leq D_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima

Jika $D_{\text{maksimal}} > D_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak

Atau

Jika $\text{sig} \geq 0,05$ maka H_0 diterima

jika $\text{sig} < 0,05$ maka H_0 ditolak

Nilai statistik uji :

$$D_{\text{maksimal}} = 0,100 \quad \text{Sig} = 0,907$$

Kesimpulan :

Karena nilai D_{maksimal} (0,100) lebih kecil dari nilai D_{tabel} (0,248), maka disimpulkan menerima H_0 berarti data proses ketidakrataan benang berdistribusi poisson.

3. Analisa Kapabilitas Proses dan Tingkat Kualitas *Sigma*

Analisa tentang kapabilitas proses ketidakrataan benten R 30/1 ditunjukkan pada tabel 5.1 berikut.

No.	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses yang diukur	-	Ketidakrataan benten R 30/1
2	Nilai batas spesifikasi atas (<i>Upper Spesification Limit</i>)	USL	11,3% (nilai maksimum ketidakrataan benanng)
3	Nilai batas spesifikasi bawah (<i>Lower Spesification Limit</i>)	LSL	Tidak ada
4	Nilai spesifikasi target	T	Dibawah 11,3%
5	Nilai rata – rata proses	\bar{X}	9,23%
6	Nilai deviasi standar proses	S	0,766
7	Kemungkinan kegagalan yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P \{Z \geq \text{abs} (USL - \bar{X})/s\} \times 1.000.000$	5.794,96
8	Kemungkinan kegagalan yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	Tidak perlu dilakukan	Tidak ada
9	Nilai DPMO total yang dihasilkan proses	= No 7 + No 8	5.794,96
10	Konversi DPMO ke dalam nilai <i>sigma</i>	-	4,024
11	Indeks kapabilitas proses (C_{pm})	$\text{Abs} (USL - \bar{X})/3\sqrt{S^2}$	0,90

TABEL 5.1

Analisa Kapabilitas Proses dan *Sigma Quality Level*

Berdasarkan hasil analisa peta kontrol rata – rata pengukuran ketidakrataan benang yang dihasilkan proses produksi ring spinning benten R 30/1, bahwa proses dalam kondisi stabil yang ditandai dengan nilai rata – rata yang terkendali.

Analisa variasi proses bertujuan untuk mengetahui apakah variasi yang dihasilkan proses ring spinning telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum S_{maks} pada tingkat kapabilitas proses 4,024 *sigma*. Suatu proses yang memiliki variasi proses yang lebih besar dari toleransi variasi maksimum akan menyebabkan proses yang tidak stabil karena produk yang dihasilkan dari proses tersebut akan memiliki variasi yang besar dan tidak terkendali sehingga proses tidak akan mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan keinginan pelanggan. Nilai toleransi standar deviasi maksimum berdasarkan konsep *six sigma* Motorola ditentukan berdasarkan rumus di bawah :

$$S_{maks} = \left\{ \frac{1}{(\text{nilai kapabilitas sigma})} \right\} \times \text{absolut} (SL - T)$$

Karena untuk karakteristik kualitas ketidakrataan benang tidak ada nilai target yang ditentukan pelanggan, maka nilai target (T) dapat diganti dengan nilai rata – rata proses dengan syarat nilai rata – rata proses harus lebih kecil dari nilai batas spesifikasi/USL ($\bar{X} < USL$). Karena rata – rata proses ($\bar{X} = 9,23\%$) lebih kecil dari nilai spesifikasi atas (USL = 11,3%), maka nilai target (T) dapat diganti dengan rata – rata proses (\bar{X}).

$$\begin{aligned} S_{maks} &= \{1/4,024\} \times \text{Absolut} (11,3 - 9,23) \\ &= 0,2485089 \times 2,03 = 0,505\% \end{aligned}$$

Untuk menganalisa lebih lanjut apakah variasi proses (σ^2) ring spinning telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum (Smaks) pada tingkat kapabilitas 4,024 *sigma*, maka dilakukan uji hipotesis :

Hipotesis :

$H_0 : \sigma^2 \leq (\text{Smaks})^2$ atau variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi Smaks

$H_1 : \sigma^2 > (\text{Smaks})^2$ atau variasi proses belum mampu memenuhi batas toleransi Smaks

Tingkat signifikansi :

$$\alpha = 0,05 \quad n \text{ sampel} = 50 \quad \chi_{tabel}^2 = 67,5048$$

Daerah kritis :

Jika $[(n - 1)S^2 / (\text{Smaks})^2] \leq \chi_{tabel}^2$, maka H_0 diterima

Jika $[(n - 1)S^2 / (\text{Smaks})^2] > \chi_{tabel}^2$, maka H_0 ditolak

Statistik uji :

$$[(n - 1)S^2 / (\text{Smaks})^2] = [(50 - 1)(0,766)^2 / (0,505)^2] = 28,751 / 0,255 = 112,75$$

Kesimpulan :

Karena nilai $[(n - 1)S^2 / (\text{Smaks})^2] = 112,75 > \chi_{tabel}^2 = 67,5048$, maka menolak H_0 .

Artinya bahwa pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan 95%, variasi pengukuran ketidakrataan benang dari proses produksi *ring spinning* benten R 30/1 pada tingkat kapabilitas 4,024 *sigma* lebih besar daripada batas toleransi maksimum standar deviasi yang diharuskan.

Berarti Unit Patal Secang harus secara serius melakukan reduksi terhadap variasi ketidakrataan benang pada proses *ring spinning* R 30/1. Penurunan variasi dapat dilakukan dengan memperhatikan keseragaman material, tenaga kerja, mesin, lingkungan kerja, metode kerja, dan lain – lain.

Berdasarkan analisa peta kontrol $\bar{X}R$, diketahui bahwa proses berada dalam kondisi stabil, maka dapat dilanjutkan melakukan analisa kapabilitas proses menggunakan indeks C_{pm} dan C_{pmk} . Hasil perhitungan pada tabel 5.1, karakteristik kualitas ketidakrataan benang memiliki indeks kapabilitas proses (C_{pm}) 0,90. Karena $C_{pm} < 1,00$ berarti kapabilitas karakteristik ketidakrataan benang dari proses *ring spinning* berten R 30/1 sangat rendah (tidak kompetitif) dan tidak mampu memenuhi spesifikasi target karakteristik kualitas ketidakrataan benang yaitu $< 11,3\%$. Hal ini juga ditunjukkan melalui kemampuan proses *ring spinning* hanya berada pada tingkat pengendalian kualitas 4,024 *sigma* yang mengindikasikan nilai DPMO masih sangat tinggi yaitu 5.794,96 yang berarti dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 5.794,96 kemungkinan bahwa proses *ring spinning* akan menghasilkan ketidakrataan berten R 30/1 diatas batas maksimal yaitu 11,3%.

Selanjutnya adalah analisa terhadap indeks C_{pmk} yaitu tingkat di mana output proses itu berada dalam batas – batas toleransi, dalam penelitian ini adalah batas spesifikasi atas (USL) yang diinginkan oleh pelanggan internal yaitu divisi *finishing* (auto winding). Berdasarkan pengolahan data pada bab IV diketahui nilai C_{pmk} adalah 0,841. Berdasarkan *rule of thumb* karena indeks $C_{pmk} = 0,841 < 1,00$, maka karakteristik kualitas ketidakrataan benang dari proses *ring spinning* berten R 30/1 dianggap tidak mampu memenuhi batas toleransi spesifikasi atas (USL) dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

Untuk mengetahui lebih jauh analisis C_{pmk} secara statistik maka dilakukan pengujian hipotesis sebagai berikut :

Hipotesis :

$H_0 : C_{pmk} \leq 1,00$ (berarti proses tidak mampu, perlu perbaikan menyeluruh sebelum menerapkan *six sigma*)

$H_1 : C_{pmk} > 1,00$ (berarti proses cukup mampusera memiliki kesempatan terbaik untuk menerapkan proyek *six sigma*)

Daerah kritis :

Jika $LC_{pmk} \leq 1,00$ maka H_0 diterima atau jika $LC_{pmk} > 1,00$ maka H_0 ditolak

Statistik uji :

Nilai $\alpha = 0,05$ dan $1 - \alpha = 95\%$ maka nilai $Z = 1,645$ (dari tabel normal standar) dan $n = 50$

$$\begin{aligned}
 LC_{pmk}; 0,05 &= C_{pmk} - Z_{0,05} \sqrt{\left(\frac{1}{9n}\right) + \left\{\frac{C_{pmk}^2}{(2n-2)}\right\}} \\
 &= 0,841 - 1,645 \sqrt{\{1 / (9 \times 50)\} + \{(0,841)^2 / (2 \times 50 - 2)\}} \\
 &= 0,681
 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Karena nilai $LC_{pmk}; 0,05 = 0,681 < 1,00$, maka pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - \alpha = 95\%$ belum cukup bukti untuk menolak H_0 , berarti karakteristik kualitas ketidakrataan benang dari proses *ring spinning* benten R 30/1 belum mampu untuk memenuhi spesifikasi ketidakrataan benang yaitu $< 11,3\%$.

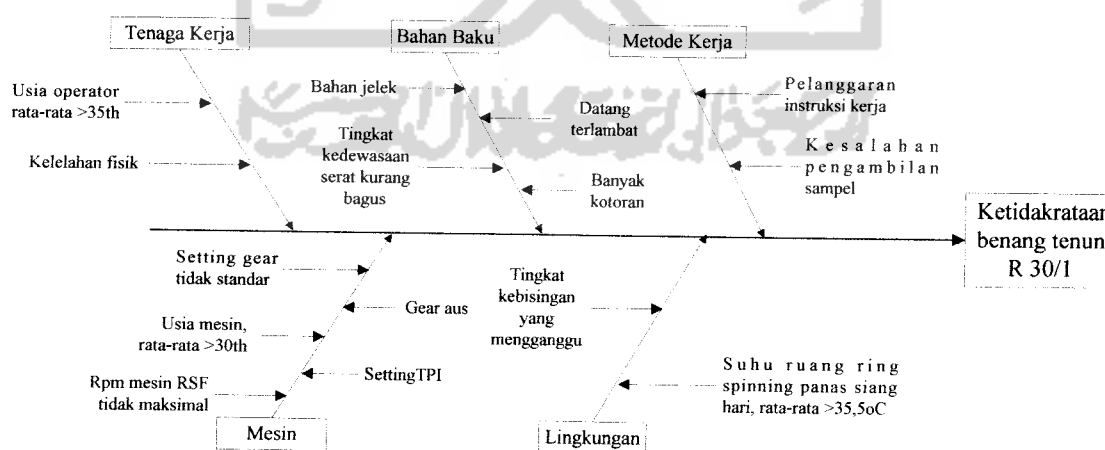
Berdasarkan analisa di atas bahwa ketidakrataan benang dalam proses *ring spinning* benten R 30/2 memiliki kapabilitas 4,024 sigma dengan DPMO = 5.794,96. berdasarkan data fakta tersebut, maka Unit Patal Secang harus melakukan pbenahan mendasar dan komprehensif untuk memperbaiki proses *ring spinning*

agar nilai karakteristik kualitas ketidakrataan benang menjauh (lebih kecil) dari nilai batas spesifikasi atas (USL) yaitu 11,3%.

5.3 Tahap *Analyze*

Pada tahap ini analisa akan dilakukan terhadap sumber – sumber penyebab variasi pada karakteristik kualitas ketidakrataan benang dari proses *ring spinning* benten R 30/1. Sumber variasi diidentifikasi sebagai akar penyebab masalah dan juga akan diidentifikasi sebagai variabel X dalam fungsi pemecahan masalah *six sigma* ($Y = f(x)$).

Untuk mengetahui akar penyebab masalah dapat menggunakan alat bantu diagram sebab akibat. Dengan mengidentifikasi karakteristik kualitas sebagai variabel akibat dan faktor mesin, material, tenaga kerja, metode kerja dan lingkungan kerja sebagai sebab. Dengan menggunakan data akar penyebab masalah yang diperoleh dari bab IV, maka diagram sebab akibat dapat di gambarkan seperti pada gambar 5.1 di bawah.



GAMBAR 5.1

Diagram Sebab Akibat
Karakteristik Kualitas Ketidakrataan Benang

Dari gambar 5.1 diketahui bahwa ada lima faktor yang menjadi sebab ketidakrataan benang, untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap karakteristik kualitas ketidakrataan benang dapat menggunakan analisis regresi dan korelasi seperti pada tabel 4.28 sampai dengan tabel 4.31 pada pengolahan data bab IV.

Berdasarkan tabel 4.28 diketahui bahwa ada empat faktor yang dipilih sebagai akar penyebab masalah pada karakteristik kualitas ketidakrataan benang yaitu, RPM mesin ring spinning frame, TPI mesin ring spinning frame, jenis mesin ring spinning frame, dan suhu ruang proses ring spinning. Pemilihan factor – factor tersebut merupakan hasil brainstorming dan wawancara dengan pihak laboratorium Departemen Produksi Unit Patal Secang.

Berdasarkan tabel 4.28 diketahui nilai korelasi masing – masing faktor terhadap karakteristik kualitas ketidakrataan benang. Dimana nilai korelasi RPM mesin RSF terhadap ketidakrataan benang adalah 0,586 yang berarti korelasinya positif kuat. Nilai korelasi TPI terhadap ketidakrataan benang adalah 0,616 yang berarti positif kuat. Kemudian nilai korelasi jenis mesin RSF yang digunakan terhadap ketidakrataan benang adalah 0,501 berarti korelasinya positif lemah. Dan korelasi suhu ruang proses ring spinning adalah 0,942 yang berarti korelasinya positif kuat. Dari keseluruhan nilai korelasi tersebut berarti faktor suhu ruang proses ring spinning, TPI mesin RSF, RPM mesin RSF, dan jenis mesin diidentifikasi yang mempunyai hubungan paling kuat terhadap variasi karakteristik kualitas ketidakrataan benang dari proses ring spinning R 30/1.

Untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang signifikan antara faktor – faktor penyebab masalah tersebut terhadap variasi ketidakrataan benang, kita dapat mengetahuinya berdasarkan analisis uji ANOVA model regresi pada tabel 4.32.

Hipotesis :

Ho : Tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel independent (akar penyebab masalah) terhadap variabel dependent (CTQ ketidakrataan benang)

H₁ : Ada hubungan yang signifikan antara variabel independent (akar penyebab masalah) terhadap variabel dependent (CTQ ketidakrataan benang)

Tingkat signifikansi :

$$\alpha = 0,05 \quad df_1 = k = 6 \quad df_2 = 20 - 6 - 1 = 13 \quad F_{tabel} = 2,92$$

Daerah kritis :

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka Ho diterima; Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka Ho ditolak

Statistik Uji :

$$F_{hitung} = 54,600$$

Kesimpulan :

Karena $F_{hitung} (54,600) > F_{tabel} (2,92)$, maka Ho ditolak berarti ada hubungan yang signifikan antara variabel independent (akar penyebab masalah) terhadap variabel dependent (CTQ ketidakrataan benang)

Berdasarkan hasil analisa regresi dan korelasi di atas dapat disimpulkan bahwa akar penyebab masalah yang paling berpengaruh secara statistik terhadap CTQ potensial ketidakrataan benang adalah suhu ruang proses ring spinning, TPI mesin RSF, RPM mesin RSF, dan jenis mesin RSF. Keempat faktor tersebut harus menjadi fokus utama dalam memperbaiki karakteristik kualitas potensial ketidakrataan benang

dari proses ring spinning benten R 30/1, agar kualitas nomor benang produk benten R 30/1 dapat ditingkatkan dan dapat memberi kepuasan kepada pelanggan dalam hal ini divisi finishing (auto winding).

5.4 Tahap *Improve*

Dari hasil analisa pada tahap *measure* dapat dirumuskan akar – akar penyebab kegagalan karakteristik kualitas ke dalam fungsi pemecahan masalah *six sigma* berikut :

$$Y = f(X1, X2, X3, X4) \text{ atau}$$

CTQ Ketidakrataan benang = f (Suhu ruang ring spinning, TPI mesin RSF, RPM mesin RSF, Jenis mesin RSF)

Dimana :

Y	= CTQ ketidakrataan benang	X3	= RPM mesin RSF
X1	= Suhu ruang ring spinning	X4	= Jenis mesin RSF
X2	= TPI mesin RSF		

Analisa tahap *improve* pada penelitian ini hanya memberikan suatu rancangan usulan langkah – langkah perbaikan yang terus menerus untuk meningkatkan kualitas produk benang tenun R 30/1 dan mencapai tingkat kegagalan proses produksi *ring spinning* yang seminimal mungkin. Rancangan usulan solusi perbaikan diberikan seperti pada tabel 5.2 di bawah.

Penanggung Jawab : Kepala Bagian Produksi
RANCANGAN USULAN SOLUSI
<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat desain eksperimen, untuk mencari setting parameter – parameter proses yang optimal sehingga diperoleh proses yang tangguh. 2. Memperbaiki CTQ optimal ketidakrataan benang, dan mengukur kembali kapabilitas proses dengan diagram kontrol. 3. Diperlukan pengawasan terus – menerus dan pelatihan akan pentingnya standar kualitas dan tujuan akhir dari inspeksi / pemeriksaan. 4. Mengusahakan agar tetap menjaga suhu ruang proses ring spinning sesuai standar suhu ruang kerja yaitu 28⁰C – 32⁰C. 5. Melakukan perhitungan dan pengujian ulang setting roda gigi TCW dan roda gigi TCCW mesin RSF untuk menentukan twist agar sesuai dengan nomor benang Rayon 30/1. 6. Melakukan penyetelan pada roda gigi drall zone terutama pada break draft yaitu antara back roll dan middle roll dan juga menentukan ukuran creadle apron mesin RSF sesuai dengan standar untuk produk benten R 30/1. 7. Melakukan maintenance terhadap mesin RSF lebih detail dan teliti, karena usia mesin RSF yang rata – rata di atas 30th. 8. Memaksimalkan RPM spindle mesin RSF sesuai standar produksi agar proses spinning tetap konstan. 9. Melakukan pengujian kedewasaan serat bahan baku dan pengujian kehalusan serat dengan menggunakan mikroskop dan alat uji <i>mikronaire</i> lebih teliti. 10. Menjaga proses pembersihan bahan baku untuk menghindarkan kotoran yang tetap menempel pada serat. 11. Melakukan standarisasi metode kerja dan proses produksi benten dalam bentuk dokumen instruksi kerja dan prosedur kerja dan menyosialisasikan dokumen tersebut kepada seluruh karyawan mulai dari pihak manajemen sampai dengan operator.

TABEL 5.2

Tabel Rancangan Usulan Solusi

Analisa selanjutnya juga perlu menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas (CTQ) potensial dari proses *ring spinning* untuk ditingkatkan. Penetapan target kinerja ini harus memperhatikan dan mempertimbangkan kemampuan proses dan kesiapan sumber – sumber daya yang ada pada Unit Patal Secang. Juga perlu adanya dukungan secara penuh oleh manajemen puncak PT. Industri Sandang Nusantara. Sebagai usulan yang dapat diberikan untuk menentukan target kinerja dalam penelitian ini adalah seperti yang terdapat pada tabel 5.3 dan tabel 5.4 di bawah.

URAIAN	NILAI
Karakteristik Kualitas CTQ (1)	Ketidakrataan Benten R 30/1
Spesifikasi Kebutuhan Pelanggan (2)	<11,3%
Baseline Kinerja DPMO pada Awal Proyek Six Sigma (3)	5.794,96
Target Kinerja DPMO pada Akhir Proyek (5 tahun) (4)	3,4
Persentase Penurunan DPMO (5) = $\{(3)-(4)\}/(3) \times 100\%$	99.93511
Baseline Kinerja Kapabilitas Sigma pada Awal Proyek six Sigma (6)	4,024
Target Kinerja Sigma pad Akhir Proyek (5 tahun) (7)	6
Persentase Peningkatan Kapabilitas Sigma (8) = $\{(7)-(6)\}/(6) \times 100\%$	49,10536

TABEL 5.3

Target Kinerja untuk Karateristik Kualitas (CTQ) Potensial
Ketidakrataan Benten R 30/1 Selama 5 tahun

Periode Caturwulan	Target Kinerja CTQ Ketidakrataan Bente R 30/1	
	Sigma	DPMO
0	4.024	5794,96
1	4.25	2980
2	4.50	1350
3	4.75	577
4	5.00	233
5	5.10	159
6	5.20	108
7	5.30	72
8	5.40	48
9	5.50	32
10	5.60	21
11	5.70	13
12	5.80	9
13	5.90	5
14	5.95	4
15	6.00	3

TABEL 5.4

Target Kinerja CTQ Potensial Ketidakrataan Bente R 30/1
5 tahun Proyek *Six Sigma*

Target kinerja pada tabel 5.4 di atas merupakan target kinerja usulan yang bersifat ambisius untuk karakteristik kualitas (CTQ) kunci ketidakrataan bente R 30/1 dari proses *ring spinning* yang tidak lebih dari (maksimum) 11,3% sesuai yang diinginkan pelanggan. Target kinerja per caturwulan (4 bulan) di atas untuk mencapai kapabilitas 6 sigma selama 5 tahun, memang merupakan suatu misi yang benar – benar membutuhkan kerja keras dan 50% lebih waktu seluruh karyawan. Namun target tersebut dianggap dapat dicapai melalui usaha – usaha yang sangat intensif dan konsentrasi penuh juga yang paling penting dukungan sepenuhnya dari pihak manajemen puncak PT. Industri Sandang Nusantara.

5.5 Tahap *Control*

Pada tahap *control* yang perlu dilakukan adalah tetap menjaga proses yang sudah stabil dan terus meningkatkan kapabilitas proses sehingga mencapai tingkat sigma yang maksimal sesuai target. Untuk menjaga proses agar tetap dalam keadaan stabil, perlu dilakukan pengendalian terhadap variasi penyebab khusus yaitu kejadian – kejadian yang ditimbulkan oleh pengaruh dari luar sistem dan mempengaruhi sistem tersebut. Penyebab khusus ini mengambil pola – pola non acak sehingga dapat diidentifikasi atau ditemukan, sebab dia tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Penyebab khusus juga mengakibatkan kemampuan proses tidak menggambarkan keadaan yang sebenarnya.

Usaha – usaha perbaikan dan peningkatan kapabilitas proses tidak hanya dilakukan untuk CTQ kunci ketidakrataan benang, tetapi juga untuk CTQ lainnya yang telah diidentifikasi dengan metode FMEA pada tabel 4.17, dimana prioritas peningkatan CTQ dimulai dari nilai RPN tertinggi.

Pada tahap *control* hasil – hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek – praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur – prosedur didokumentasikan dan dijadikan dokumen kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer kepada pemilik atau penanggungjawab proses, yang berarti proyek *six sigma* berakhir pada tahap ini.

BAB VI

PENUTUP

Berdasarkan uraian bab – bab terdahulu, yaitu mengenai tujuan penelitian dan permasalahan yang ada serta analisa pembahasan dari penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik suatu kesimpulan dan saran – saran untuk kebaikan perusahaan ini agar mencapai kondisi yang lebih baik.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data serta analisa hasil pengolahan yang telah diuraikan dalam bab – bab sebelumnya, maka dapat diambil suatu kesimpulan berhubungan dengan peningkatan kualitas proses produksi benang tenun Rayon Ne 30 (R 30/1) dengan menerapkan metode *Six Sigma* Motorola.pada PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang, adalah sebagai berikut :

1. Cacat yang sering terjadi pada proses *ring spinning* yang menjadi keluhan proses selanjutnya divisi *finishing* adalah nomor benang yang tidak standar. Karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang diharapkan divisi *finishing (auto winding)* sebagai pelanggan internal adalah ketidakrataan nomor benang <11,3%, yang sangat berpengaruh terhadap cacat nomor benang.
2. Fungsi pemecahan masalah dengan metode *six sigma* Motorola secara matematis dapat dirumuskan dalam model persamaan sebagai berikut :

$$Y = f (X1,X2,X3,X4)$$

Dimana :

Y = CTQ ketidakrataan benang

X1 = Suhu ruang ring spinning

X2 = TPI mesin RSF

X3 = RPM mesin RSF

X4 = Jenis mesin RSF

3. Pengukuran CTQ ketidakrataan benang dari proses *ring spinning* benten R 30/1 memiliki kapabilitas proses dengan indeks C_{pm} sebesar 0,90 dan indeks C_{pmk} sebesar 0,841 yang berarti kemampuan proses *ring spinning* sangat sangat rendah atau tidak kompetitif dan juga tidak mampu memenuhi spesifikasi target karakteristik kualitas ketidakrataan benang yaitu lebih kecil dari 11,3%.
4. Kapabilitas proses *ring spinning* berada pada tingkat pengendalian kualitas 4,024 dengan tingkat DPMO yang masih tinggi yaitu sebesar 5.794,96, ini berarti dari satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 5.794,96 kemungkinan bahwa proses *ring spinning* akan menghasilkan ketidakrataan benten R 30/1 diatas batas maksimal yaitu 11,3%.
5. Faktor paling berpengaruh terhadap CTQ kunci ketidakrataan benang adalah karena faktor suhu ruang *ring spinning* yang terlalu panas pada shift kerja siang yaitu $36,5^{\circ}\text{C}$, setting twist (TPI / *Twist per Inch*) mesin RSF yang tidak teliti, RPM mesin RSF yang tidak maksimal selama proses benten R 30/1 yang disebabkan *end break* tinggi, dan faktor jenis mesin RSF yang digunakan pada proses *ring spinning*.

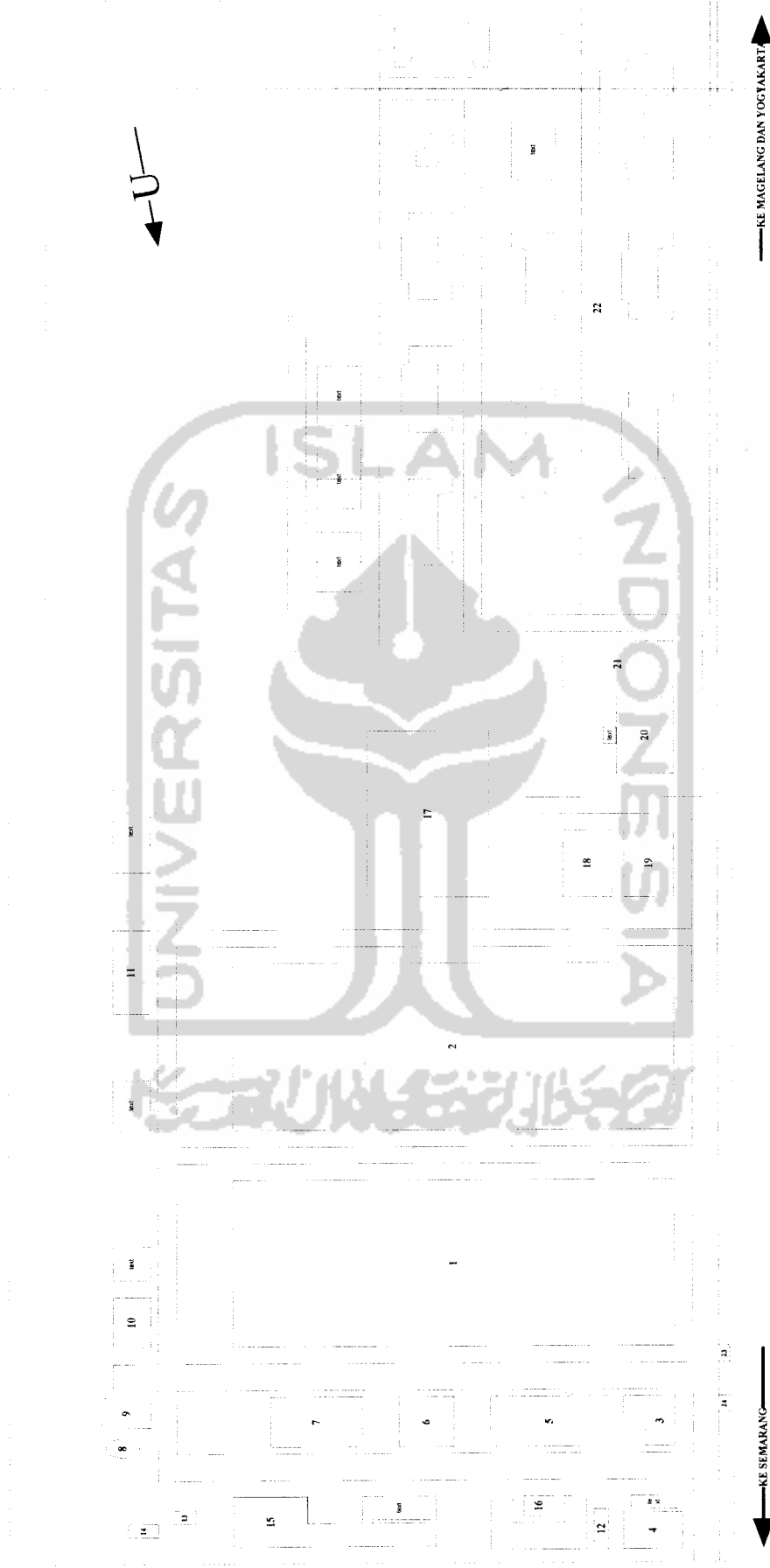
Daftar Pustaka

- Algifari. 2000. *Analisis Regresi: Teori, Kasus, dan Solusi*. BPFE-YOGYAKARTA, Yogyakarta Indonesia
- Breyfogle, Forrest W. 1999. *Implementing Six Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods*. John Wiley & Sons, Inc, New York USA.
- Brue, Greg. 2002. *Six Sigma for Managers: Dasar – dasar Six Sigma Menerapkan Metodologi dan Peralatan*. Penerbit Canary, Jakarta Indonesia.
- Cochran, William G. 1991. *Teknik Penarikan Sampel*. UI Press, Jakarta Indonesia.
- Dorothea, Wahyu Ariani. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas)*. Penerbit Andi, Yogyakarta Indonesia.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta Indonesia.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma For Manufacturing And Service Industries*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta Indonesia.
- Hendardi, C. Tri. 2006. *Statistik Six Sigma dengan Minitab Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas*. CV. Andi Offset, Yogyakarta Indonesia
- Iriawan, Nur dan Astuti, Septin Puji. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. CV. Andi Offset, Yogyakarta Indonesia.
- Kusnandar, Dadan. 2004. *Metode Statistik dan Aplikasinya dengan Minitab dan Excel*. Madyan Press, Yogyakarta Indonesia.
- Kuswadi dan Mutiara, Erna. 2004. *DELTA: Delapan Langkah dan Tujuh Alat Statistik untuk Peningkatan Mutu Berbasis Komputer*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta Indonesia.
- Miranda, Amin Widjaja Tunggal. 2002. *Six Sigma Gambaran Umum, Penerapan Proses dan Metode – metode yang Digunakan untuk Perbaikan GE Motorola*. Harvarindo, Jakarta Indonesia.
- Pande, Pete and Holpp, Larry. 2003. *Berpikir Cepat Six Sigma*. CV. Andi Offset, Yogyakarta Indonesia.
- Prawirosentono, Suyadi, 2002. *Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Total Quality Management Abad 21 Studi Kasus&Analisis*. Bumi Aksara, Jakarta Indonesia.
- Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook Panduan Lengkap untuk Greenbelts, Blackbelts, dan Manajer pada Semua Tingkat*. Salemba Empat, Jakarta Indonesia.

- Rahardjo, Jani et. al. 2003. Peningkatan Kualitas Melalui Implementasi Filosofi *Six Sigma*. *Jurnal Teknik Industri Universitas Kristen Petra*, Vol. 2, No. 2, 101-110.
- Santoso, Singgih. 2001. *Riset Pemasaran: Konsep dan Aplikasi dengan SPSS*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta Indonesia
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS 13*. CV. Andi Offset, Yogyakarta Indonesia.
- Sugiharto, Sugiono. 2004. *Six Sigma*, Perangkat Manajerial Perusahaan pada Era Ekonomi Baru (Sebuah Pendekatan Konseptual Terhadap Studi Literatur). *Jurnal Manajemen & Kewirausahaan Universitas Kristen Petra*, Vol. 6, No. 1, 27-33.
- Stagliano, Augustine A. 2005. *Rath&Strong's Six Sigma Advance Tools Pocket Guide*. CV. Andi Offset, Yogyakarta Indonesia.
- Wadsworth, Harrison M. et.al. 2002. *Modern Methods for Quality Control and Improvement*. John Wiley & Sons, Inc, New York USA.
- Walpole, Ronald E. and Myers Raymond H. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Penerbit ITB, Bandung Indonesia.
- Zagloed M., T. Yuri, dan Sudrajat Asep. 2003. Penerapan *Six Sigma* untuk Menghilangkan Cacat pada Komponen *Crank* di PT. BTU. *Proceedings Seminar Sistem Produksi VI 2003*. Universitas Gajah Mada.

Lampiran 2

DENAH PABRIK PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA
UNIT PATAL SECANG MAGELANG



Sumber : Unir Patal Secang

Lampiran 5

**DATA KARYAWAN PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA
UNIT PATAL SECANG MAGELANG**

NO	URAIAN	Pelaksana Produksi	Karyawan Tidak Langsung						JUMLAH
			MTC	ADM. PROD	TEK.	KEU&UMUM	KESEHTN	PEMASRN	
1	Jenis Pekerjaan :								
	a. Karyawan langsung	310	-	-	-	-	-	-	310
	b. Karyawan tidak langsung	-	54	32	30	44	4	2	166
	JUMLAH	310	54	32	30	44	4	2	476
2	Jenis Kelamin :								
	a. Pria	310	45	28	30	39	3	1	456
	b. Wanita	-	9	4	-	5	1	1	20
	JUMLAH	310	54	32	30	44	4	2	476
3	Latar Belakang Pendidikan								
	a. SD	49	6	2	-	5	-	-	62
	b. SLTP	121	6	9	4	7	-	-	147
	c. SLTA	136	39	17	26	21	2	1	242
	d. D3	-	-	2	-	-	1	-	3
	e. S1	4	3	2	-	11	1	1	22
	JUMLAH	310	54	32	30	44	4	2	476

Sumber : Bagian Umum Unit Patal Secang

Lampiran 4

**DATA JENIS dan JUMLAH MESIN PRODUKSI
UNIT PATAL SECANG MAGELANG**

UNIT MESIN	MERK	TYPE	TAHUN	DEL. MESIN	JLH. MESIN	JLH. DEL	MAKER
Blowing	Platt	MB23	1962	4	1	4	England
	Howa		1971	1	1	1	Jepang
	Crossroll		1996	Chute System		1	England
Carding	Platt	K 872 A	1962	1	102	102	England
	RRC	A 188 F-S2	1984	1	1	1	RRC
Drawing	Crossroll	MK 5	1996	1	35	35	England
	Cherry	D 800 F	1973	4	1	4	Jepang
		D 400 MT	1982	2	6	12	Jepang
Pre Drawing							
Lap Former							
Comber							
Speed	Platt	MS2	1982	102	2	204	England
	Toyoda	FL 16	1984	96	9	864	Jepang
	Toyoda	FL 16	1984	102	2	204	Jepang
Ring Spinning Frame	PLT MRE3	Mark II	1962	372	35	13,020	England
	PLT MRE3	Mark II	1962	372	1	372	Mod. Taiwan
	PLT MRE3	Mark II	1989	372	20	7,440	Mod. Jerman
	PLT MRE3	Mark II	1990	372	15	6,680	Mod. Jepang
	PLT MRE3	Mark II	1990	372	10	3,720	Mod. India
	Howa	UA 27E	1979	416	15	6,240	Jepang
	Zinser	321 E	1994	1,000	15	15,000	Jerman
	Doub Winder	Kamitsu	-	1962	100	1	100
	Platt	-	1962	96	1	96	England
Ring Twisting	Howa	JP SV	1962	400	6	240	Jepang
Cone Winder	Murata	MR 14	1973	120	3	360	Jepang
Mach Coner	Murata	MRT 7-2	1990	60	4	240	Jepang
Mach Coner	Murata	MRT 7-7	1994	60	2	120	Jepang
Mach Coner	Murata	MRT 7-5	1995	60	2	120	Jepang
Auto Coner	Schlaf	Auto 238	1990	60	2	120	Jepang

Sumber : Unit Patal Secang

Lampiran 5

DATA EVALUASI PRODUKSI BULAN JULI 2007 UNIT PATAL SECANG MAGELANG

1. Pencapaian Produksi

Jenis	Rencana (Bale)	Realisasi (Bale)	%
C 30/1 WO	317.231	307.000	96.77
C 40/1 WO	638.634	591.037	92.55
R 30/1 WO	659.653	625.007	94.75
JUMLAH	1,615.518	1,523.044	94.28

2. Efisiensi Produksi

Eff	Rencana (%)	Real (%)
	88.00	84.00

3. Stoppage Mesin Ring Spinning Frame (RSF)

Jenis	Rencana	Realisasi	%
C 30/1 PM	1,649,448.00	1,513,775.70	91.77
C 30/1 HW	1,229,696.00	1,127,187.53	91.66
C 30/1 Z	1,478,000.00	1,352,547.75	91.51
C 40/1 PM	5,223,252.00	4,760,416.16	91.14
C 40/1 HW	1,844,544.00	1,679,784.93	91.07
C 40/1 Z	5,912,000.00	5,395,927.52	91.27
R 30/1 PM	2,199,264.00	1,995,342.10	90.73
R 30/1 HW	1,537,120.00	1,395,117.70	90.76
R 30/1 Z	3,695,000.00	3,353,447.77	90.76

4. Pemakaian Bahan Baku

Jenis	LOT	Pemakaian BB	Keterangan
C 30/1 WO	G, SB	40,370	Cotton Pakistan-Benin-Tanzania
C 40/1 WO	SB	121,948.30	Cotton Tanzania
R 30/1 WO	SB, SB1	176,339.90	Rayon D.1,5 - D. 1,2 x 38 mm

5. Stock Bahan Baku WIP

Jenis	LOT	WIP	Keterangan
C 30/1 WO	G, SB	31,079.54	Cotton Pakistan-Benin-Tanzania
C 40/1 WO	SB	2,495.98	Cotton Tanzania
R 30/1 WO	SB, SB1	57,885.14	Rayon D.1,5 - D. 1,2 x 38 mm

Sumber : Bagian Produksi Unit Patal Secang

Lampiran 5

DATA EVALUASI PRODUKSI BULAN JULI 2007
UNIT PATAL SECANG MAGELANG
(Lanjutan)

6. Waste Yang Terjadi

Jenis	Actual waste		Lost waste	
	Kg	%	Kg	%
C 30/1 WO	5,233.46	8.47	875.92	1.42
C 40/1 WO	10,673.00	8.93	1,577.83	1.32
R 30/1 WO	3,609.74	3.05	1,443.77	1.22

7. Mutu Produksi

Faktor Mutu	C 30/1	C 40/1	R 30/1
Ne	29.860	39.960	29.340
CV%	1.262	1.195	1.419
Kek./helai max	297.00	207.00	291.00
CV%	3.460	4.849	3.146
Kek./helai min	290.00	195.00	276.00
Mulur	4.0	4.1	10.0
TPI	22.40	26.20	20.10
U%	13.67	14.56	9.61
Thin/1000m	15	34	0
Thick/1000m	124	213	6
Neps	489	633	47
Nilai	460	460	500
Grade	B	B	A

8. Kendala Proses

Tanggal	Kendala	Perkiraan kerugian (Bale)
Juli 2007	Proses R 40/1 Rpm RSF tidak bisa maksimal (<i>End Break</i> tinggi)	36
Juli 2007	Efek ganti Lot kehilangan produksi	6
1 – 14 Juli 2007	Pergantian Lot bahan baku Cotton ke Rayon 100% RSF Z=3, HW=14, PM=1 Ne 40/1 dan 30/1	1,2
14 Juli 2007	Keterlambatan baku Rayon 19 jam	59,3
Juli 2007	Karena faktor bahan baku jelek (bahan baku mutasi dari Patal Lawang, sejumlah 42 ton)	21,79

Lampiran 6

**DATA LAPORAN KONDISI UDARA BULAI JULI 2007
UNIT PATAL SECANG MAGELANG**

Lokasi Mesin	Standar		Realisasi					
			Min (Malam)		Max (Siang)		Rata - rata	
	TK (0C)	RH (%)	TK (0C)	RH (%)	TK (0C)	RH (%)	TK (0C)	RH (%)
dara luar	-	-	23.8	74.5	29.6	89.5	25.7	81.6
alestorage	-	-	-	-	-	-	-	-
lowing	31+/-5	85+/-15	23	65	31.5	90	27	80.5
urding	31+/-5	52+/-7	27.6	58.4	31.3	70.6	29.4	63.4
rawing	31+/-5	52+/-7	29.3	57.2	32.5	68.2	30.8	61.9
eed/Flyer	31+/-5	52+/-7	30.9	51.4	34	59.1	32.1	57.5
ng Spinning	31+/-5	60+/-7	31.8	48.1	36.2	60.4	35	50.8
nishing	29+/-5	65+/-8	27.2	72.7	29.3	79.5	28.2	77.9
ckaging	28+/-5	85+/-15	26.5	79.4	28.6	88	27.6	84.25

Sumber : Bagian Teknik Unit Patal Secang

Lampiran 7

**DAFTAR KELUHAN (CACAT) PRODUK BENTEN R 30/1
BAGIAN FINISHING**

TANGGAL KEJADIAN	MASALAH	JLH
1	Nomor benang tenun Rayon tidak sesuai standar, yaitu Ne 30	12
1	Benang <i>crossing</i>	5
9	Nomor benang tidak standar	15
12	<i>Tube</i> rusak	1
12	Mutu kekuatan tarik benang tidak standar	10
16	Benang putus	2
20	Warna benten Rayon tidak putih	3
20	Nomor benten Rayon 30/1 tidak standar	20
24	<i>Tube</i> rusak	1
26	Mutu kekuatan tarik di bawah standar	5
26	Warna benten Rayon beda	4
26	Nomor benang Rayon 30/1 tidak standar	4
30	Mutu kekuatan tarik tidak standar	3

Sumber : Bagian Produksi Unit Patal Secang

Lampiran 8

DATA PENGUKURAN JUMLAH CACAT
PRODUK BENTEN R 30/1

Departemen	Produksi	Bulan	Juli		Banyaknya karakteristik potensial yang menyebabkan cacat											
			Jumlah cacat nomor benang	Benten R 30/1	1. Serat rayon pendek	2. Serat banyak kotoran	3. Tingkat kehalusan serat	4. Setting gear mesin RSF tidak standar	5. RPM TPI mesin RSF	6. Pencampuran serat kurang merata	7. Ketidakrataan benang	8. Sliver tidak standar	9. Roving kurang twist			
Penanggung Jawab	Kepala Bagian Produksi	Pengukuran	100	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Proses	Ring Spinning	Produk	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mesin	Ring Spinning Frame		5	4	4	5	6	2	6	5	7	2	5	3	3	4
Nomor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Banyak unit yang diperiksa	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jumlah cacat	5	5	4	4	5	6	2	2	5	5	7	2	5	3	3	4

Sumber : Laboratorium Bagian Produksi Unit Patal Secang

Lampiran 9

**DATA PENGUKURAN JUMLAH CACAT
PRODUK BENTEN R 30/1 (Lanjutan)**

Departemen	Produksi	Bulan	Juli - Agustus	Banyaknya karakteristik potensial yang menyebabkan cacat													
Penanggung Jawab	Kepala Bagian Produksi	Pengukuran	Jumlah cacat nomor benang	1. Serat rayon pendek	2. Serat banyak kotoran	3. Tingkat kehalusan serat	4. Setting gear mesin RSF tidak standar	5. RPM TPI mesin RSF	6. Pencampuran serat kurang merata	7. Ketidakrataan benang	8. Sliver tidak standar	9. Roving kurang twist					
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Proses	Ring Spinning	Produk	Benten R 30/1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mesin	Ring Spinning Frame			7	5	7	7	5	5	5	4	3	4	4	4	5	
Nomor	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Banyak unit yang diperiksa	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jumlah cacat	8	8	6	7	5	7	7	5	5	5	4	3	4	4	5		

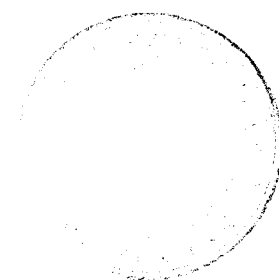
Sumber : Laboratorium Bagian Produksi Unit Patal Secang

Lampiran 10

**DATA PENGUKURAN PROSES KETIDAKRATAAN
BENTEN R 30/1**

Departemen	Produksi		Spesifikasi							
			T =	USL = 11,3%		LSL =				
Penanggung Jawab	Kepala bagian produksi		Unit pengukuran				Persen (%)			
Proses	Ring spinning		Karakteristik kualitas				Ketidakrataan benang			
Mesin	Ring spinning frame									
Tanggal	30 Juli 2007									
Jam	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	13:00	13:30	14:00
PENGUKURAN	8.19	9.59	9.86	10.82	9.9	8.95	8.93	8.84	9.36	8.99
	10.89	7.5	8.8	9.69	8.27	9.38	10.16	9.16	10.32	9.71
	9.86	8.57	9.36	9.41	10.6	10.37	9.44	8.04	9.81	9.05
	8.83	8.84	9.68	9.27	8.69	7.8	9.84	9.21	9.49	9.35
	9.07	8.78	9	8.54	9.02	9.18	8.91	9.43	9.32	7.24
JUMLAH	46.84	43.28	46.70	47.73	46.48	45.68	47.28	44.68	48.30	44.34
RATA-RATA	9.37	8.66	9.34	9.55	9.30	9.14	9.46	8.94	9.66	8.87
RANGE	2.70	2.09	1.06	2.28	2.33	2.57	1.25	1.39	1.00	2.47

Sumber : Laboratorium Bagian Produksi Unit Patal Secang



Lampiran 11

**PENGOLAHAN ANALISIS REGRESI & KORELASI
DENGAN SPSS 13**

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Ketidakrataan Benang R 30/1	9.5693	.85847	30
RPM	12050.00	844.352	30
TPI	19.9570	.12405	30
Jenis Mesin	2.00	.830	30
Suhu ruang RS	34.8440	.68604	30

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Ketidakrataan Benang R 30/1	RPM	TPI	Jenis Mesin	Suhu ruang RS
N		30	30	30	30	30
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	9.5693	12050.00	19.9570	2.00	34.8440
	Std. Deviation	.85847	844.352	.12405	.830	.68604
Most Extreme Differences	Absolute	.129	.227	.145	.219	.182
	Positive	.129	.227	.145	.219	.107
	Negative	-.100	-.203	-.114	-.219	-.182
Kolmogorov-Smirnov Z		.705	1.241	.793	1.200	.996
Asymp. Sig. (2-tailed)		.703	.092	.556	.112	.275

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Correlations

		Ketidakrataan Benang R 30/1	RPM	TPI	Jenis Mesin	Suhu ruang RS
Pearson Correlation	Ketidakrataan Benang R 30/1	1.000	.586	.616	.501	.942
	RPM	.586	1.000	.759	.984	.687
	TPI	.616	.759	1.000	.770	.684
	Jenis Mesin	.501	.984	.770	1.000	.608
	Suhu ruang RS	.942	.687	.684	.608	1.000
Sig. (1-tailed)	Ketidakrataan Benang R 30/1	.	.000	.000	.002	.000
	RPM	.000	.	.000	.000	.000
	TPI	.000	.000	.	.000	.000
	Jenis Mesin	.002	.000	.000	.	.000
	Suhu ruang RS	.000	.000	.000	.000	.
N	Ketidakrataan Benang R 30/1	30	30	30	30	30
	RPM	30	30	30	30	30
	TPI	30	30	30	30	30
	Jenis Mesin	30	30	30	30	30
	Suhu ruang RS	30	30	30	30	30

Lampiran 11

PENGOLAHAN ANALISIS REGRESI & KORELASI DENGAN SPSS 13 (Lanjutan)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Suhu ruang RS, Jenis Mesin, TPI, RPM		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.947 ^a	.897	.881	.29632	.723

a. Predictors: (Constant), Suhu ruang RS, Jenis Mesin, TPI, RPM

b. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	19.177	4	4.794	54.600	.000 ^a
	Residual	2.195	25	.088		
	Total	21.372	29			

a. Predictors: (Constant), Suhu ruang RS, Jenis Mesin, TPI, RPM

b. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-42.355	15.716		-2.695	.012
	RPM	.0002667	.000	.262	.543	.592
	TPI	.395	.822	.057	.481	.635
	Jenis Mesin	-.394	.485	-.381	-.812	.424
	Suhu ruang RS	1.194	.152	.954	7.848	.000

a. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

Coefficient Correlations^a

Model			Suhu ruang RS	Jenis Mesin	TPI	RPM
1	Correlations	Suhu ruang RS	1.000	.635	-.534	-.679
		Jenis Mesin	.635	1.000	-.470	-.976
		TPI	-.534	-.470	1.000	.355
		RPM	-.679	-.976	.355	1.000
	Covariances	Suhu ruang RS	.023	.047	-.067	-5.1E-005
		Jenis Mesin	.047	.235	-.187	.000
		TPI	-.067	-.187	.676	.000
		RPM	-5.1E-005	.000	.000	2.42E-007

a. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

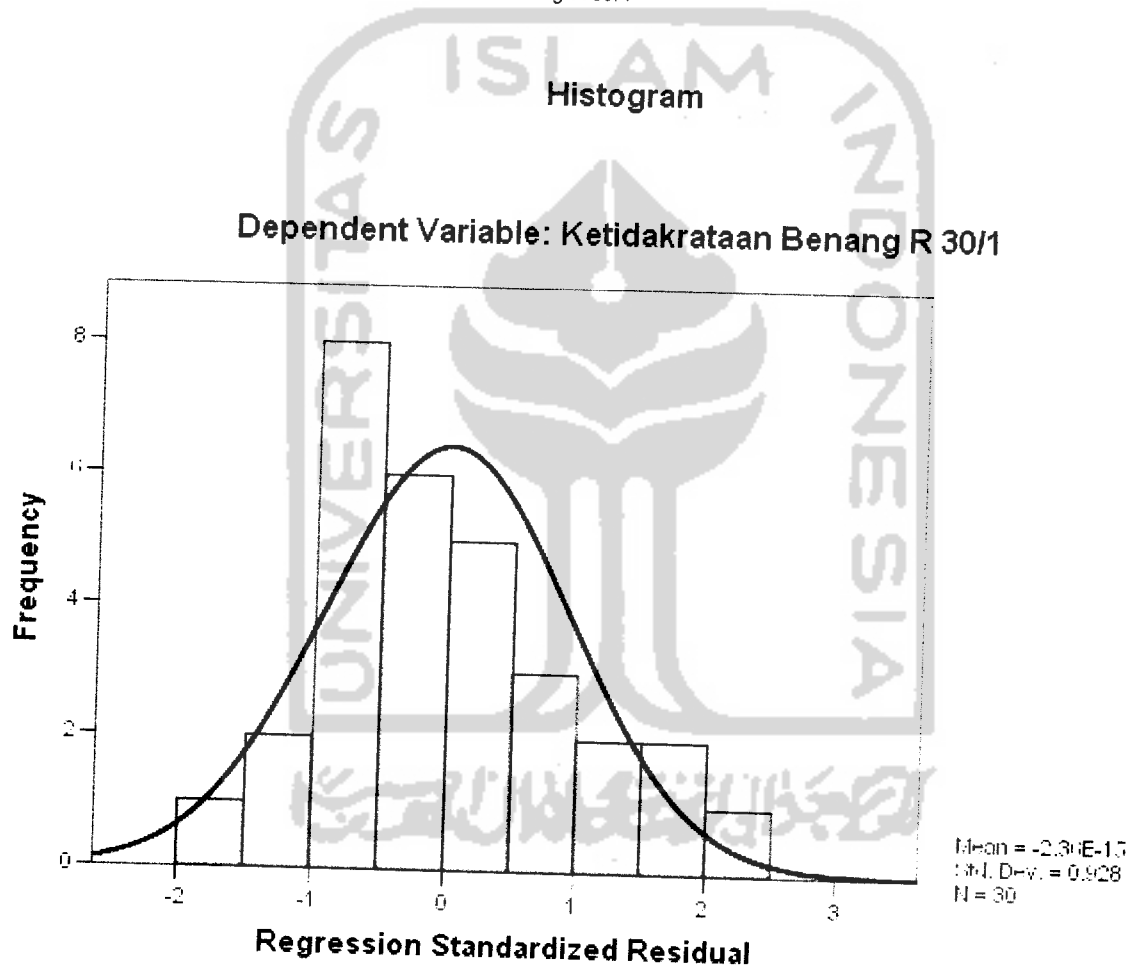
Lampiran 11

**PENGOLAHAN ANALISIS REGRESI & KORELASI
DENGAN SPSS 13 (Lanjutan)**

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	7.7932	11.2820	9.5693	.81319	30
Residual	-.49002	.61248	.00000	.27513	30
Std. Predicted Value	-2.184	2.106	.000	1.000	30
Std. Residual	-1.654	2.067	.000	.928	30

a. Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1

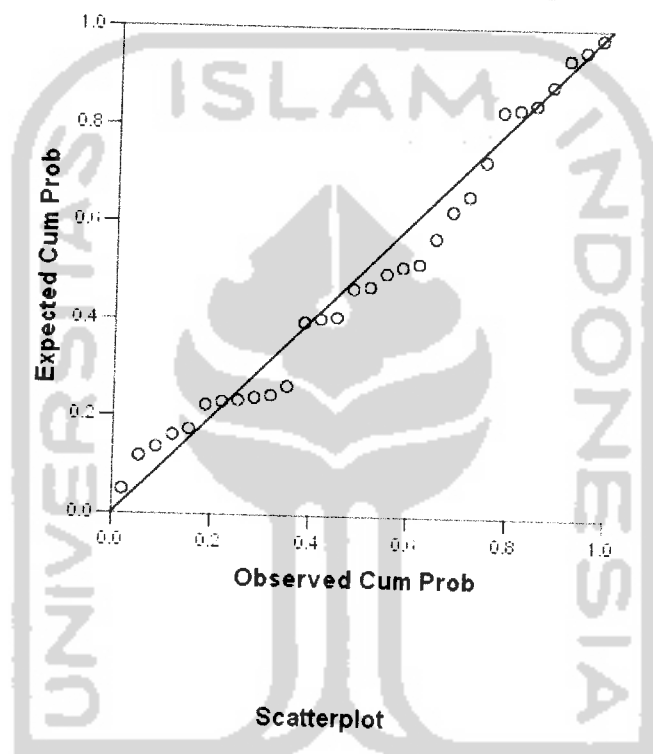


Lampiran 11

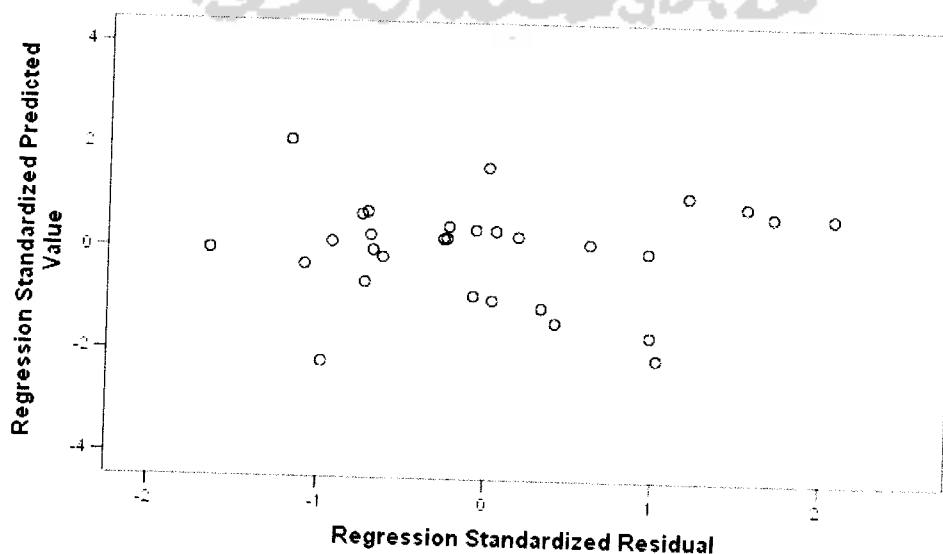
**PENGOLAHAN ANALISIS REGRESI&KORELASI
DENGAN SPSS 13 (Lanjutan)**

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1



Dependent Variable: Ketidakrataan Benang R 30/1



PERHITUNGAN MANUAL ANALISIS REGRESI dan KORELASI

No	Ketidakrataan benteng (Y)	RPM (X1)	TPI (X2)	Jenis mesin (X3)	Suhu (X4)	YX1	YX2	YX3	YX4
1	7.50	11000	19.72	1	33.34	82500	147.90	7.50	250.05
2	8.19	11000	19.72	1	33.42	90090	161.51	8.19	273.71
3	8.54	11000	19.76	1	33.71	93940	168.75	8.54	287.88
4	8.57	11000	19.78	1	33.87	94270	169.51	8.57	290.27
5	8.78	11000	19.83	1	34.05	96580	174.11	8.78	298.96
6	8.80	11000	19.86	1	34.13	96800	174.77	8.80	300.34
7	8.83	11000	19.87	1	34.18	97130	175.45	8.83	301.81
8	8.84	11000	19.90	1	34.34	97240	175.92	8.84	303.57
9	9.00	11000	19.91	1	34.56	99000	179.19	9.00	311.04
10	9.07	11000	19.93	1	34.75	99770	180.77	9.07	315.18
11	9.27	13000	19.95	3	34.87	120510	184.94	27.81	323.24
12	9.36	13000	19.95	3	34.96	121680	186.73	28.08	327.23
13	9.41	13000	19.96	3	35.06	122330	187.82	28.23	329.91
14	9.59	13000	19.97	3	35.15	124670	191.51	28.77	337.09
15	9.68	13000	20.02	3	35.10	125840	193.79	29.04	339.77
16	9.69	13000	20.03	3	35.10	125970	194.09	29.07	340.12
17	9.86	13000	20.14	3	35.10	128180	198.58	29.58	346.09
18	9.86	13000	20.16	3	34.90	128180	198.78	29.58	344.11
19	9.88	13000	20.17	3	35.00	128440	199.28	29.64	345.80
20	9.88	13000	20.23	3	35.15	128440	199.87	29.64	347.28
21	9.88	12000	20.03	2	35.15	118560	197.90	19.76	347.28
22	9.9	12000	20.02	2	35.10	118800	198.20	19.80	347.49
23	9.9	12000	20.02	2	35.30	118800	198.20	19.80	349.47
24	9.95	12000	20.03	2	35.33	119400	199.30	19.90	351.53
25	10.67	12000	19.97	2	35.35	128040	213.08	21.34	377.18
26	10.77	12000	19.95	2	35.35	129240	214.86	21.54	380.72
27	10.77	12000	19.95	2	35.48	129240	214.86	21.54	382.12
28	10.82	12500	19.97	2	35.49	135250	216.08	21.64	384.00
29	10.89	12500	19.93	2	35.86	136125	217.04	21.78	390.52
30	10.93	12500	19.98	2	36.17	136625	218.38	21.86	395.34
Jumlah	287.08	361500	598.71	60	1045.32	3471640	5731.16	584.52	10019.11

PERHITUNGAN MANUAL ANALISIS REGRESI dan KORELASI (Lanjutan)

X1X2	X1X3	X1X4	X2X3	X2X4	X3X4	Y ²	X1 ²	X2 ²	X3 ²	X4 ²
216920	11000	366740	19.72	657.46	33.34	56.25	121000000	388.88	1	1111.56
216920	11000	367620	19.72	659.04	33.42	67.08	121000000	388.88	1	1116.90
217360	11000	370810	19.76	666.11	33.71	72.93	121000000	390.46	1	1136.36
217580	11000	372570	19.78	669.95	33.87	73.44	121000000	391.25	1	1147.18
218130	11000	374550	19.83	675.21	34.05	77.09	121000000	393.23	1	1159.40
218460	11000	375430	19.86	677.82	34.13	77.44	121000000	394.42	1	1164.86
218570	11000	375980	19.87	679.16	34.18	77.97	121000000	394.82	1	1168.27
238800	11000	377740	19.90	683.37	34.34	78.15	121000000	396.01	1	1179.24
238920	11000	380160	19.91	688.09	34.56	81.00	121000000	396.41	1	1194.39
239160	11000	382250	19.93	692.57	34.75	82.26	121000000	397.20	1	1207.56
239400	39000	453310	59.85	695.66	104.61	85.93	169000000	398.00	9	1215.92
249375	39000	454480	59.85	697.45	104.88	87.61	169000000	398.00	9	1222.20
249500	39000	455780	59.88	699.80	105.18	88.55	169000000	398.40	9	1229.20
259610	39000	456950	59.91	701.95	105.45	91.97	169000000	398.80	9	1235.52
260260	39000	456300	60.06	702.70	105.30	93.70	169000000	400.80	9	1232.01
260390	39000	456300	60.09	703.05	105.30	93.90	169000000	401.20	9	1232.01
261820	39000	456300	60.42	706.91	105.30	97.22	169000000	405.62	9	1232.01
262080	39000	453700	60.48	703.58	104.70	97.22	169000000	406.43	9	1218.01
262210	39000	455000	60.51	705.95	105.00	97.61	169000000	406.83	9	1225.00
262990	39000	456950	60.69	711.08	105.45	97.61	169000000	409.25	9	1235.52
240360	24000	421800	40.06	704.05	70.30	97.61	144000000	401.20	4	1235.52
240240	24000	421200	40.04	702.70	70.20	98.01	144000000	400.80	4	1232.01
240240	24000	423600	40.04	706.71	70.60	98.01	144000000	400.80	4	1246.09
240360	24000	423960	40.06	707.66	70.66	99.00	144000000	401.20	4	1248.21
239640	24000	424200	39.94	705.94	70.70	113.85	144000000	398.80	4	1249.62
239400	24000	424200	39.90	705.23	70.70	115.99	144000000	398.00	4	1249.62
239400	24000	425760	39.90	707.83	70.96	115.99	144000000	398.00	4	1258.83
249625	25000	443625	39.94	708.74	70.98	117.07	156250000	398.80	4	1259.54
249125	25000	448250	39.86	714.69	71.72	118.59	156250000	397.20	4	1285.94
249750	25000	452125	39.96	722.68	72.34	119.46	156250000	399.20	4	1308.27
7236595	743000	12607640	1199.72	20863.14	2100.68	2768.54	4376750000	11948.90	140	36436.78

Lampiran 12

PERHITUNGAN MANUAL ANALISIS REGRESI dan KORELASI (Lanjutan)

Mencari koefisien regresi dengan metode eliminasi Gauss (matriks pengendalian) :

$$\begin{bmatrix}
 n & \sum X_1 & \sum X_2 & \sum X_3 & \sum X_4 & \sum Y \\
 \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1X_2 & \sum X_1X_3 & \sum X_1X_4 & \sum YX_1 \\
 \sum X_2 & \sum X_1X_2 & \sum X_2^2 & \sum X_2X_3 & \sum X_2X_4 & \sum YX_2 \\
 \sum X_3 & \sum X_1X_3 & \sum X_2X_3 & \sum X_3^2 & \sum X_3X_4 & \sum YX_3 \\
 \sum X_4 & \sum X_1X_4 & \sum X_2X_4 & \sum X_3X_4 & \sum X_4^2 & \sum YX_4 \\
 \hline
 30 & 361500 & 398.86 & 60 & 1045.32 & 287.08 \\
 361500 & 4376750000 & 7236595 & 743000 & 12607640 & 3471640 \\
 598.71 & 7236595 & 11948.90 & 1199.72 & 20863.14 & 5731.16 \\
 60 & 743000 & 1199.72 & 140 & 2100.68 & 584.32 \\
 1045.32 & 12607640 & 20863.14 & 2100.68 & 36436.78 & 10019.11
 \end{bmatrix}$$

Pengendalian matriks baris ke dua :

$$361500 - \left(\frac{361500}{30} \times 30 \right) = 0 ; 4376750000 - \left(\frac{361500}{30} \times 361500 \right) = 20675000 ; 7236595 - \left(\frac{361500}{30} \times 398.86 \right) = 22139.5$$

$$743000 - \left(\frac{361500}{30} \times 60 \right) = 20000 ; 12607640 - \left(\frac{361500}{30} \times 1045.32 \right) = 11534 ; 3471640 - \left(\frac{361500}{30} \times 287.08 \right) = 12326$$

Pengenalan matriks baris ke tiga :

$$598.71 - \left(\frac{598.71}{30} \times 30 \right) = 0; 7236595 - \left(\frac{598.71}{30} \times 361500 \right) = 22139.5; 11948.90 - \left(\frac{598.71}{30} \times 398.86 \right) = 0.44623;$$

$$1199.72 - \left(\frac{598.71}{30} \times 60 \right) = 2.3; 20863.14 - \left(\frac{598.71}{30} \times 1045.32 \right) = 1.68836; 5731.16 - \left(\frac{598.71}{30} \times 287.08 \right) = 1.90184$$

Pengenalan matriks baris ke empat :

$$60 - \left(\frac{60}{30} \times 30 \right) = 0; 743000 - \left(\frac{60}{30} \times 361500 \right) = 20000; 1199.72 - \left(\frac{60}{30} \times 398.86 \right) = 2.3; 140 - \left(\frac{60}{30} \times 60 \right) = 20; 2100.68 - \left(\frac{60}{30} \times 1045.32 \right) = 10.04$$

$$584.32 - \left(\frac{60}{30} \times 287.08 \right) = 10.36$$

Pengenalan matriks baris ke lima :

$$104.32 - \left(\frac{1045.32}{30} \times 30 \right) = 0; 12607640 - \left(\frac{1045.32}{30} \times 361500 \right) = 11534; 20863.14 - \left(\frac{1045.32}{30} \times 398.86 \right) = 1.68836;$$

$$2100.68 - \left(\frac{1045.32}{30} \times 60 \right) = 10.04; 36436.78 - \left(\frac{1045.32}{30} \times 1045.32 \right) = 13.64892; 10019.11 - \left(\frac{1045.32}{30} \times 287.08 \right) = 16.09108$$

Hasil matriks pengendalian pertama :

$$\begin{bmatrix} 30 & 361500 & 598.71 & 60 & 1045.32 & 287.08 \\ 0 & 20675000 & 22139.5 & 20000 & 11534 & 12326 \\ 0 & 22139.5 & 0.45 & 2.3 & 1.69 & 1.902 \\ 0 & 20000 & 2.3 & 20 & 10.04 & 10.36 \\ 0 & 11534 & 1.69 & 10.04 & 13.65 & 16.09 \end{bmatrix}$$

Pengendalian matriks baris ke tiga :

$$22139.5 - \left(\frac{22139.5}{20675000} \times 20675000 \right) = 0; 0.45 - \left(\frac{22139.5}{20675000} \times 22139.5 \right) = -23.262; 2.3 - \left(\frac{22139.5}{20675000} \times 20000 \right) = -19.12$$

$$1.69 - \left(\frac{22139.5}{20675000} \times 11534 \right) = -10.663; 1.902 - \left(\frac{22139.5}{20675000} \times 12326 \right) = -11.2973$$

Pengendalian matriks baris ke empat :

$$20000 - \left(\frac{20000}{20675000} \times 20675000 \right) = 0; 2.3 - \left(\frac{20000}{20675000} \times 22139.5 \right) = -19.12; 20 - \left(\frac{20000}{20675000} \times 20000 \right) = 0.653$$

$$10.04 - \left(\frac{20000}{20675000} \times 11534 \right) = -1.12; 10.36 - \left(\frac{20000}{20675000} \times 12326 \right) = -1.564$$

Pengolahan matriks baris ke lima :

$$11534 - \left(\frac{11534}{20675000} \times 20675000 \right) = 0; 1.69 - \left(\frac{11534}{20675000} \times 22139.5 \right) = -10.663; 10.04 - \left(\frac{11534}{20675000} \times 20000 \right) = -1.12$$

$$13.65 - \left(\frac{11534}{20675000} \times 11534 \right) = 7.214; 16.09 - \left(\frac{11534}{20675000} \times 12326 \right) = 9.215$$

Hasil matriks pengolahan ke dua :

$$\begin{bmatrix} 30 & 361500 & 598.71 & 60 & 1045.32 & 287.08 \\ 0 & 20675000 & 2213905 & 20000 & 11534 & 12326 \\ 0 & 0 & -23.262 & -19.12 & -10.663 & -11.2973 \\ 0 & 0 & -19.12 & 0.653 & -1.12 & -1.564 \\ 0 & 0 & -10.663 & -1.12 & 7.214 & 9.218 \end{bmatrix}$$

Pengolahan matriks baris ke empat :

$$-19.12 - \left(\frac{-19.12}{-23.262} \times -23.262 \right) = 0; 0.653 - \left(\frac{-19.12}{-23.262} \times -19.12 \right) = 16.363; -1.12 - \left(\frac{-19.12}{-23.262} \times -10.663 \right) = 7.65$$

$$-10.663 - \left(\frac{-19.12}{-23.262} \times -11.2973 \right) = 7.721$$

Pengolahan matriks baris ke lima :

$$-10.663 - \left(\frac{-10.663}{-23.262} \times -23.262 \right) = 0; -1.12 - \left(\frac{-10.663}{-23.262} \times -19.12 \right) = 7.65; 7.214 - \left(\frac{-10.663}{-23.262} \times -10.663 \right) = 12.102$$

$$9.218 - \left(\frac{-10.663}{-23.262} \times -11.2973 \right) = 14.393$$

Hasil matriks pengenolan ke tiga :

$$\begin{bmatrix} 30 & 361500 & 598.71 & 60 & 1045.32 & 287.08 \\ 0 & 20675000 & 22139.5 & 20000 & 11534 & 12326 \\ 0 & 0 & -23.262 & -19.12 & -10.663 & -11.2973 \\ 0 & 0 & 0 & 16.363 & 7.6453 & 7.721 \\ 0 & 0 & 0 & 7.65 & 12.102 & 14.393 \end{bmatrix}$$

Pengenolan matriks baris ke lima :

$$7.65 - \left(\frac{7.65}{16.363} \times 16.363 \right) = 0; 12.102 - \left(\frac{7.65}{16.363} \times 7.6453 \right) = 8.53; 14.393 - \left(\frac{7.65}{16.363} \times 7.721 \right) = 10.185$$

Hasil matriks pengenolan ke empat :

$$\begin{bmatrix} 30 & 361500 & 598.71 & 60 & 1045.32 & 287.08 \\ 0 & 20675000 & 22139.5 & 20000 & 11534 & 12326 \\ 0 & 0 & -23.262 & -19.12 & -10.663 & -11.2973 \\ 0 & 0 & 0 & 16.363 & 7.6453 & 7.721 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 8.53 & 10.185 \end{bmatrix}$$

Mencari nilai koefisien model regresi dengan substitusi hasil matriks eliminasi Gauss :

$$8.53b_4 = 10.185$$

$$b_4 = \frac{10.185}{8.53} = 1.194$$

$$16.363b_3 + 7.6453b_4 = 7.721$$

$$b_3 = \frac{7.721 - 7.6453(1.194)}{16.363} = -0.394$$

$$-23.262b_2 - 19.12b_3 - 10.663b_4 = -11.2973$$

$$b_2 = \frac{-11.2973 + 19.12(-0.394) + 10.663(1.194)}{-23.262} = 0.395$$

$$20675000b_1 + 22139.5b_2 + 20000b_3 + 11534b_4 = 12326$$

$$b_1 = \frac{12326 - 22139(0.395) - 20000(-0.394) - 11534(1.194)}{20675000} = 0.0002667$$

$$30a + 3615000b_1 + 598.71b_2 + 60b_3 + 1045.32b_4 = 287.08$$

$$a = \frac{287.08 - 361500(0.0002667) - 598.71(0.395) - 60(-0.394) - 1045.32(1.194)}{30}$$

$$= -42.355$$

Lampiran 12

PERHITUNGAN MANUAL ANALISIS KORELASI PEARSON'S PRODUCT MOMENT

Mencari nilai koefisien regresi pearson :

1. Korelasi $YX1$ (r_{YX1})

$$r_{YX1} = \frac{n \sum YX1 - (\sum X1)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X1^2 - (\sum X1)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} = \frac{30(3471640) - (361500 \times 287.08)}{\sqrt{((30 \times 4376750000) - (361500)^2)((30 \times 2768.54) - (287.08)^2)}} = \frac{369780}{630674.20} = 0.586$$

$$r_{YX2} = \frac{n \sum YX2 - (\sum X2)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X2^2 - (\sum X2)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} = \frac{30(5731.16) - (598.71 \times 287.08)}{\sqrt{((30 \times 11948.90) - (598.71)^2)((30 \times 2768.54) - (287.08)^2)}} = \frac{57.1332}{92.4768} = 0.616$$

$$r_{YX3} = \frac{n \sum YX3 - (\sum X3)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X3^2 - (\sum X3)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} = \frac{30(584.52) - (60 \times 287.08)}{\sqrt{((30 \times 140) - (60)^2)((30 \times 2768.54) - (287.08)^2)}} = \frac{310.8}{620.2936} = 0.501$$

$$r_{YX4} = \frac{n \sum YX4 - (\sum X4)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X4^2 - (\sum X4)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} = \frac{30(10019.11) - (1045.32 \times 287.08)}{\sqrt{((30 \times 36463.78) - (1045.32)^2)((30 \times 2768.54) - (287.08)^2)}} = \frac{482.84}{512.45} = 0.9422$$

Lampiran 13

TIS UNTUK D

LUAS AREA DI BAWAH KURVA NORMAL STANDAR KUMULATIF Z

0,10	$\alpha = 0,05$	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09
0,20	$\alpha = 0,10$	0.000337	0.000325	0.000313	0.000302	0.000291	0.000280	0.000270	0.000260	0.000251	0.000242
0,78	6.314	0.000483	0.000467	0.000450	0.000434	0.000419	0.000404	0.000390	0.000376	0.000362	0.000350
0,86	2.920	0.000687	0.000664	0.000641	0.000619	0.000598	0.000577	0.000557	0.000538	0.000519	0.000501
0,88	2.353	0.000968	0.000936	0.000904	0.000874	0.000845	0.000816	0.000789	0.000762	0.000736	0.000711
0,93	2.132	0.001350	0.001306	0.001264	0.001223	0.001183	0.001144	0.001107	0.001070	0.001035	0.001001
0,97	2.015	0.001866	0.001807	0.001750	0.001695	0.001641	0.001589	0.001538	0.001489	0.001441	0.001395
1,00	1.943	0.002555	0.002477	0.002401	0.002327	0.002256	0.002186	0.002118	0.002052	0.001988	0.001926
1,05	1.895	0.003467	0.003364	0.003264	0.003167	0.003072	0.002980	0.002890	0.002803	0.002718	0.002635
1,09	1.860	0.004661	0.004527	0.004397	0.004269	0.004145	0.004025	0.003907	0.003793	0.003681	0.003573
1,13	1.833	0.006210	0.006037	0.005868	0.005703	0.005543	0.005386	0.005234	0.005085	0.004940	0.004799
1,17	1.812	0.008198	0.007976	0.007760	0.007549	0.007344	0.007143	0.006947	0.006756	0.006569	0.006387
1,21	1.796	0.010724	0.010444	0.010170	0.009903	0.009642	0.009387	0.009137	0.008894	0.008656	0.008424
1,25	1.782	0.013903	0.013553	0.013209	0.012874	0.012545	0.012224	0.011911	0.011604	0.011304	0.011011
1,29	1.771	0.017864	0.017429	0.017003	0.016586	0.016177	0.015778	0.015386	0.015003	0.014629	0.014262
1,33	1.761	0.022750	0.022216	0.021692	0.021178	0.020675	0.020182	0.019699	0.019226	0.018763	0.018309
1,37	1.753	0.028716	0.028067	0.027429	0.026803	0.026190	0.025588	0.024998	0.024419	0.023852	0.023295
1,41	1.746	0.035930	0.035148	0.034379	0.033625	0.032884	0.032157	0.031443	0.030742	0.030054	0.029379
1,45	1.740	0.044565	0.043633	0.042716	0.041815	0.040929	0.040059	0.039204	0.038364	0.037538	0.036727
1,49	1.734	0.054799	0.053699	0.052616	0.051551	0.050503	0.049471	0.048457	0.047460	0.046479	0.045514
1,53	1.729	0.066807	0.065522	0.064256	0.063008	0.061780	0.060571	0.059380	0.058208	0.057053	0.055917
1,57	1.725	0.080757	0.079270	0.077804	0.076359	0.074934	0.073529	0.072145	0.070781	0.069437	0.068112
1,61	1.721	0.096801	0.095098	0.093418	0.091759	0.090123	0.088508	0.086915	0.085344	0.083793	0.082264
1,65	1.717	0.115070	0.113140	0.111233	0.109349	0.107488	0.105650	0.103835	0.102042	0.100273	0.098525
1,69	1.714	0.135666	0.133500	0.131357	0.129238	0.127143	0.125072	0.123024	0.121001	0.119000	0.117023
1,73	1.711	0.158655	0.156248	0.153864	0.151505	0.149170	0.146859	0.144572	0.142310	0.140071	0.137857
1,77	1.708	0.184060	0.181411	0.178786	0.176186	0.173609	0.171056	0.168528	0.166023	0.163543	0.161087
1,81	1.706	0.211855	0.208970	0.206108	0.203269	0.200454	0.197662	0.194894	0.192150	0.189430	0.186733
1,85	1.703	0.241964	0.238852	0.235762	0.232695	0.229650	0.226627	0.223627	0.220650	0.217695	0.214764
1,89	1.701	0.274253	0.270931	0.267629	0.264347	0.261086	0.257846	0.254627	0.251429	0.248252	0.245097
1,93	1.699	0.308538	0.305026	0.301532	0.298056	0.294598	0.291160	0.287740	0.284339	0.280957	0.277595
1,97	1.697	0.344578	0.340903	0.337243	0.333598	0.329969	0.326355	0.322758	0.319178	0.315614	0.312067
1,99	1.684	0.382089	0.378281	0.374484	0.370700	0.366928	0.363169	0.359424	0.355691	0.351973	0.348268
2,00	1.676	0.420740	0.416834	0.412936	0.409046	0.405165	0.401294	0.397432	0.393580	0.389739	0.385908
2,01	1.671	0.460172	0.456205	0.452242	0.448283	0.444330	0.440382	0.436441	0.432505	0.428576	0.424655
2,02	1.667	0.500000	0.496011	0.492022	0.488033	0.484047	0.480061	0.476078	0.472097	0.468119	0.464144
2,03	1.664										
2,04	1.662										
2,05	1.660										
2,06	1.657										
2,07	1.655										
2,08	1.653										
2,09	1.645										

Sumber : Gasperz, 2004 : 519

Lampiran 15

**NILAI KRITIS UNTUK DISTRIBUSI F (FISHER)
PADA TINGKAT $\alpha = 0,05$**

$DB_1 = n_1$	1	2	3	4	5	6	8	10
$DB_2 = 1$	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	238.88	241.88
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.37	19.40
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.85	8.79
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.04	5.96
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.82	4.74
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.15	4.06
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.73	3.64
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.44	3.35
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.23	3.14
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.07	2.98
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	2.95	2.85
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.85	2.75
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.77	2.67
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.70	2.60
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.64	2.54
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.59	2.49
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.55	2.45
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.51	2.41
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.48	2.38
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.45	2.35
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.42	2.32
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.40	2.30
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.37	2.27
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.36	2.25
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.34	2.24
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.32	2.22
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.31	2.20
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.29	2.19
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.28	2.18
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.27	2.16
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.18	2.08
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.13	2.03
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.10	1.99
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.07	1.97
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.06	1.95
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.04	1.94
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.03	1.93
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.01	1.91
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.00	1.89
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	1.98	1.88
α	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	1.94	1.83

Sumber : Gaspersz, 2004 : 522

Lampiran 15

**NILAI KRITIS UNTUK DISTRIBUSI F (FISHER)
PADA TINGKAT $\alpha = 0,01$ (Lanjutan)**

$DB_1 = n_1$	1	2	3	4	5	6	8	10
$N_2 = 1$	4052.18	4999.34	5403.53	5624.26	5763.96	5858.95	5980.95	6055.93
2	98.50	99.00	99.16	99.25	99.30	99.33	99.38	99.40
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.49	27.23
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.80	14.55
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.29	10.05
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.10	7.87
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.84	6.62
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.03	5.81
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.47	5.26
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.06	4.85
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.74	4.54
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.50	4.30
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.30	4.10
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.14	3.94
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.00	3.80
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	3.89	3.69
17	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.79	3.59
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.71	3.51
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.63	3.43
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.56	3.37
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.51	3.31
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.45	3.26
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.41	3.21
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.36	3.17
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.32	3.13
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.29	3.09
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.26	3.06
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.23	3.03
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.20	3.00
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.17	2.98
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	2.99	2.80
50	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	2.89	2.70
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.82	2.63
70	7.01	4.92	4.07	3.60	3.29	3.07	2.78	2.59
80	6.96	4.88	4.04	3.56	3.26	3.04	2.74	2.55
90	6.93	4.85	4.01	3.53	3.23	3.01	2.72	2.52
100	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.69	2.50
125	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.66	2.47
150	6.81	4.75	3.91	3.45	3.14	2.92	2.63	2.44
200	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.60	2.41
α	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.51	2.32

Sumber : Gaspersz, 2004 : 523

NILAI KRITIS UNTUK DISTRIBUSI KHI – KUADRAT

Derajat Bebas	Tingkat Signifikansi (α)															
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.8	0.2	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005				
1	0.000039	0.0002	0.0039	0.0158	0.0158	0.0642	1.6424	2.7055	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794				
2	0.0100	0.0201	0.1026	0.2107	0.2107	0.4463	3.2189	4.6052	5.9915	7.3778	9.2104	10.5965				
3	0.0717	0.1148	0.3518	0.5844	0.5844	1.0052	4.6416	6.2514	7.8147	9.3484	11.3449	12.8381				
4	0.2070	0.2971	0.7107	1.0636	1.0636	1.6488	5.9886	7.7794	9.4877	11.1433	13.2767	14.8602				
5	0.4118	0.5543	1.1455	1.6103	1.6103	2.3425	7.2893	9.2363	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496				
6	0.6757	0.8721	1.6354	2.2041	2.2041	3.0701	8.5581	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5475				
7	0.9893	1.2390	2.1673	2.8331	2.8331	3.8223	9.8032	12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777				
8	1.3444	1.6465	2.7326	3.4895	3.4895	4.5936	11.0301	13.3616	15.5073	17.5345	20.0902	21.9549				
9	1.7349	2.0879	3.3251	4.1682	4.1682	5.3801	12.2421	14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893				
10	2.1558	2.5582	3.9403	4.8652	4.8652	6.1791	13.4420	15.9872	18.3070	20.4832	23.2093	25.1881				
11	2.6032	3.0535	4.5748	5.5778	5.5778	6.9887	14.6314	17.2750	19.6752	21.9200	24.7250	26.7569				
12	3.0738	3.5706	5.2260	6.3038	6.3038	7.8073	15.8120	18.5493	21.0261	23.3367	26.2170	28.2997				
13	3.5650	4.1069	5.8919	7.0415	7.0415	8.6339	16.9848	19.8119	22.3620	24.7356	27.6882	29.8193				
14	4.0747	4.6604	6.5706	7.7895	7.7895	9.4673	18.1508	21.0641	23.6848	26.1189	29.1412	31.3194				
15	4.6009	5.2294	7.2609	8.5468	8.5468	10.3070	19.3107	22.3071	24.9958	27.4884	30.5780	32.8015				
16	5.1422	5.8122	7.9616	9.3122	9.3122	11.1521	20.4651	23.5418	26.2962	28.8453	31.9999	34.2671				
17	5.6973	6.4077	8.6718	10.0852	10.0852	12.0023	21.6146	24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7184				
18	6.2648	7.0149	9.3904	10.8649	10.8649	12.8570	22.7595	25.9894	28.8693	31.5264	34.8052	37.1564				
19	6.8439	7.6327	10.1170	11.6509	11.6509	13.7158	23.9004	27.2036	30.1435	32.8523	36.1908	38.5821				
20	7.4338	8.2604	10.8508	12.4426	12.4426	14.5784	25.0375	28.4120	31.4104	34.1696	37.5663	39.9969				
21	8.0336	8.8972	11.5913	13.2396	13.2396	15.4446	26.1711	29.6151	32.6706	35.4789	38.9322	41.4009				
22	8.6427	9.5425	12.3380	14.0415	14.0415	16.3140	27.3015	30.8133	33.9245	36.7807	40.2894	42.7957				
23	9.2604	10.1957	13.0905	14.8480	14.8480	17.1865	28.4288	32.0069	35.1725	38.0756	41.6383	44.1814				
24	9.8862	10.8563	13.8484	15.6587	15.6587	18.0618	29.5533	33.1962	36.4150	39.3641	42.9798	45.5584				
25	10.5196	11.5240	14.6114	16.4734	16.4734	18.9397	30.6752	34.3816	37.6525	40.6465	44.3140	46.9280				
26	11.1602	12.1982	15.3792	17.2919	17.2919	19.8202	31.7946	35.5632	38.8851	41.9231	45.6416	48.2898				

27	11.8077	12.8785	16.1514	18.1139	18.1139	18.1139	20.7030	32.9117	36.7412	40.1133	43.1940	48.2782	50.9936
28	12.4613	13.5647	16.9279	18.9392	18.9392	18.9392	21.5880	34.0266	37.9159	41.3372	44.4608	48.2782	52.3355
29	13.1211	14.2564	17.7084	19.7677	19.7677	19.7677	22.4751	35.1394	39.0875	42.5569	45.7223	49.5878	53.6719
30	13.7867	14.9535	18.4927	20.5992	20.5992	20.5992	23.3641	36.2502	40.2560	43.7730	46.9792	50.8922	55.0025
31	14.4577	15.6555	19.2806	21.4336	21.4336	21.4336	24.2551	37.3591	41.4217	44.9853	48.2319	52.1914	56.3280
32	15.1340	16.3622	20.0719	22.2706	22.2706	22.2706	25.1478	38.4663	42.5847	46.1942	49.4804	53.4857	57.6483
33	15.8152	17.0735	20.8665	23.1102	23.1102	23.1102	26.0422	39.5718	43.7452	47.3999	50.7251	54.7754	58.9637
34	16.5013	17.7891	21.6643	23.9522	23.9522	23.9522	26.9383	40.6756	44.9032	48.6024	51.9660	56.0609	60.2746
35	17.1917	18.5089	22.4650	24.7966	24.7966	24.7966	27.8359	41.7780	46.0588	49.8018	53.2033	57.3420	61.5811
36	17.8868	19.2326	23.2686	25.6433	25.6433	25.6433	28.7350	42.8788	47.2122	50.9985	54.4373	58.6192	62.8832
37	18.5859	19.9603	24.0749	26.4921	26.4921	26.4921	29.6355	43.9782	48.3634	52.1923	55.6680	59.8926	64.1812
38	19.2888	20.6914	24.8839	27.3430	27.3430	27.3430	30.5373	45.0763	49.5126	53.3835	56.8955	61.1620	65.4753
39	19.9958	21.4261	25.6954	28.1958	28.1958	28.1958	31.4405	46.1730	50.6598	54.5722	58.1201	62.4281	66.7660
40	20.7066	22.1642	26.5093	29.0505	29.0505	29.0505	32.3449	47.2685	51.8050	55.7585	59.3417	63.6908	73.1660
45	24.3110	25.9012	30.6123	33.3504	33.3504	33.3504	36.8844	52.7288	57.5053	61.6562	65.4101	69.9569	79.4898
50	27.9908	29.7067	34.7642	37.6886	37.6886	37.6886	41.4492	58.1638	63.1671	67.5048	71.4202	76.1538	85.7491
55	31.7349	33.5705	38.9581	42.0596	42.0596	42.0596	46.0356	63.5772	68.7962	73.3115	77.3804	82.2920	91.9518
60	35.5344	37.4848	43.1880	46.4589	46.4589	46.4589	50.6406	68.9721	74.3970	79.0820	83.2977	88.3794	98.1049
65	39.3832	41.4436	47.4496	50.8829	50.8829	50.8829	55.2620	74.3506	79.9730	84.8206	89.1772	94.4220	104.2148
70	43.2753	45.4417	51.7393	55.3289	55.3289	55.3289	59.8978	79.7147	85.5270	90.5313	95.0231	100.4251	110.2854
75	47.2061	49.4751	56.0541	59.7946	59.7946	59.7946	64.5466	85.0658	91.0615	96.2167	100.8393	106.3929	116.3209
80	51.1719	53.5400	60.3915	64.2778	64.2778	64.2778	69.2070	90.4053	96.5782	101.8795	106.6285	112.3288	122.3244
85	55.1695	57.6339	64.7494	68.7771	68.7771	68.7771	73.8779	95.7343	102.0789	107.5217	112.3933	118.2356	128.2987
90	59.1963	61.7540	69.1260	73.2911	73.2911	73.2911	78.5584	101.0537	107.5650	113.1452	118.1359	124.1162	134.2466
95	63.2495	65.8983	73.5198	77.8184	77.8184	77.8184	83.2478	106.3643	113.0377	118.7516	123.8580	129.9725	140.1697
100	67.3275	70.0650	77.9294	82.3581	82.3581	82.3581	87.9453	111.6667	118.4980	124.3421	129.5613	135.8069	

Sumber : Gaspersz, 2004 : 524

Lampiran 17

**NILAI KRITIS D DALAM TES SATU SAMPEL
KOLMOGOROV – SMIRNOV**

Ukuran sampel (N)	Tingkat signifikansi untuk D = maksimum F0(X) - SN(X)				
	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
1	0.9	0.925	0.95	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.51	0.565	0.669
6	0.41	0.436	0.47	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.36	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.41	0.49
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.45
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.25	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.21	0.22	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.2	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.19	0.21	0.23	0.27
>35	$1,07/\sqrt{N}$	$1,14/\sqrt{N}$	$1,22/\sqrt{N}$	$1,36/\sqrt{N}$	$1,63/\sqrt{N}$

Sumber : Siegel, 1985 : 303

Lampiran 18

KONVERSI HASIL BEBAS CACAT KE NILAI SIGMA DAN DPMO

l (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO
6.68	0.00	933193	30.85	1.00	691462	69.15	2.00	308538
6.81	0.01	931888	31.21	1.01	687933	69.50	2.01	305026
6.94	0.02	930563	31.56	1.02	684386	69.85	2.02	301532
7.08	0.03	929219	31.92	1.03	680822	70.19	2.03	298056
7.21	0.04	927855	32.28	1.04	677242	70.54	2.04	294598
7.35	0.05	926471	32.64	1.05	673645	70.88	2.05	291160
7.49	0.06	925066	33.00	1.06	670031	71.23	2.06	287740
7.64	0.07	923641	33.36	1.07	666402	71.57	2.07	284339
7.78	0.08	922196	33.72	1.08	662757	71.90	2.08	280957
7.93	0.09	920730	34.09	1.09	659097	72.24	2.09	277595
8.08	0.10	919243	34.46	1.10	655422	72.57	2.10	274253
8.23	0.11	917736	34.83	1.11	651732	72.91	2.11	270931
8.38	0.12	916207	35.20	1.12	648027	73.24	2.12	267629
8.53	0.13	914656	35.57	1.13	644309	73.57	2.13	264347
8.69	0.14	913085	35.94	1.14	640576	73.89	2.14	261086
8.85	0.15	911492	36.32	1.15	636831	74.22	2.15	257846
9.01	0.16	909877	36.69	1.16	633072	74.54	2.16	254627
9.18	0.17	908241	37.07	1.17	629300	74.86	2.17	251429
9.34	0.18	906582	37.45	1.18	625516	75.17	2.18	248252
9.51	0.19	904902	37.83	1.19	621719	75.49	2.19	245097
9.68	0.20	903199	38.21	1.20	617911	75.80	2.20	241964
9.85	0.21	901475	38.59	1.21	614092	76.11	2.21	238852
10.03	0.22	899727	38.97	1.22	610261	76.42	2.22	235762
10.20	0.23	897958	39.36	1.23	606420	76.73	2.23	232695
10.38	0.24	896165	39.74	1.24	602568	77.04	2.24	229650
10.57	0.25	894350	40.13	1.25	598706	77.34	2.25	226627
10.75	0.26	892512	40.52	1.26	594835	77.64	2.26	223627
10.93	0.27	890651	40.90	1.27	590954	77.94	2.27	220650
11.12	0.28	888767	41.29	1.28	587064	78.23	2.28	217695
11.31	0.29	886860	41.68	1.29	583166	78.52	2.29	214764
11.51	0.30	884930	42.07	1.30	579260	78.81	2.30	211855
11.70	0.31	882977	42.47	1.31	575345	79.10	2.31	208970
11.90	0.32	881000	42.86	1.32	571424	79.39	2.32	206108
12.10	0.33	878999	43.25	1.33	567495	79.67	2.33	203269
12.30	0.34	876976	43.64	1.34	563559	79.95	2.34	200454
12.51	0.35	874928	44.04	1.35	559618	80.23	2.35	197662
12.71	0.36	872857	44.43	1.36	555670	80.51	2.36	194894
12.92	0.37	870762	44.84	1.37	551717	80.79	2.37	192150
13.14	0.38	868643	45.22	1.38	547758	81.06	2.38	189430
13.35	0.39	866500	45.62	1.39	543795	81.33	2.39	186733
13.57	0.40	864334	46.02	1.40	539828	81.59	2.40	184060
13.79	0.41	862143	46.41	1.41	535856	81.86	2.41	181411

Lampiran 18

**KONVERSI HASIL BEBAS CACAT KE NILAI SIGMA DAN DPMO
(Lanjutan)**

l (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO
14.01	0.42	859929	46.81	1.42	531881	82.12	2.42	178876
14.23	0.43	857690	47.21	1.43	527903	82.38	2.43	176186
14.46	0.44	855428	47.61	1.44	523922	82.64	2.44	173609
14.69	0.45	853141	48.01	1.45	519939	82.89	2.45	171056
14.92	0.46	850830	48.40	1.46	515953	83.15	2.46	168528
15.15	0.47	848495	48.80	1.47	511966.5	83.40	2.47	166023
15.39	0.48	846135.8	49.20	1.48	507978.4	83.65	2.48	163543
15.62	0.49	843752.3	49.60	1.49	503989.4	83.89	2.49	161087
16.11	0.51	838913	50.40	1.51	496011	84.38	2.51	156248
16.35	0.52	836457	50.80	1.52	492022	84.61	2.52	153864
16.60	0.53	833977	51.20	1.53	488033	84.85	2.53	151505
16.85	0.54	831472	51.60	1.54	484047	85.08	2.54	149170
17.11	0.55	828944	51.99	1.55	480061	85.31	2.55	146895
17.36	0.56	826391	52.39	1.56	476078	85.54	2.56	144572
17.62	0.57	823814	52.79	1.57	472097	85.77	2.57	142310
17.88	0.58	821214	53.19	1.58	468119	85.99	2.58	140071
18.14	0.59	818589	53.59	1.59	464144	86.21	2.59	137857
18.41	0.60	815940	53.98	1.60	460172	86.43	2.60	135666
18.67	0.61	813267	54.38	1.61	456205	86.65	2.61	133500
18.94	0.62	810570	54.78	1.62	452242	86.86	2.62	131357
19.22	0.63	807850	55.17	1.63	448283	87.08	2.63	129238
19.49	0.64	805106	55.57	1.64	444330	87.29	2.64	127143
19.77	0.65	802338	55.96	1.65	440382	87.49	2.65	125072
20.05	0.66	799546	56.36	1.66	436441	87.70	2.66	123024
20.33	0.67	796731	56.75	1.67	432505	87.90	2.67	121001
20.61	0.68	793892	57.14	1.68	428576	88.10	2.68	119000
20.90	0.69	791030	57.53	1.69	424655	88.30	2.69	117023
21.19	0.70	788145	57.93	1.70	420740	84.49	2.70	115070
21.48	0.71	785236	58.32	1.71	416834	88.69	2.71	113140
21.77	0.72	782305	58.71	1.72	412936	88.88	2.72	111233
22.07	0.73	779350	59.10	1.73	409046	89.07	2.73	109349
22.36	0.74	776373	59.48	1.74	405165	89.25	2.74	107488
22.66	0.75	773373	59.87	1.75	401294	89.44	2.75	105650
22.97	0.76	770350	60.26	1.76	397432	89.62	2.76	103835
23.27	0.77	767305	60.64	1.77	393580	89.80	2.77	102042
23.58	0.78	764238	61.03	1.78	389739	89.97	2.78	100273
23.89	0.79	761148	61.41	1.79	385908	90.15	2.79	98525
24.20	0.80	758036	61.79	1.80	382089	90.32	2.80	96801
24.51	0.81	754903	62.17	1.81	378281	90.49	2.81	95098
24.83	0.82	751748	62.55	1.82	374484	90.66	2.82	93418
25.14	0.83	748571	62.93	1.83	370700	90.82	2.83	91759
25.46	0.84	745373	63.31	1.84	366928	90.99	2.84	90123

Lampiran 18

**KONVERSI HASIL BEBAS CACAT KE NILAI SIGMA DAN DPMO
(Lanjutan)**

I (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO
25.78	0.85	742154	63.68	1.85	363169	91.15	2.85	88508
26.11	0.86	738914	64.06	1.86	359424	91.31	2.86	86915
26.43	0.87	735653	64.43	1.87	355691	91.47	2.87	85344
26.76	0.88	732371	64.80	1.88	351973	91.62	2.88	83793
27.09	0.89	729069	65.17	1.89	348268	91.77	2.89	82264
27.43	0.90	725747	65.54	1.90	344578	91.92	2.90	80757
27.76	0.91	722405	65.91	1.91	340903	92.07	2.91	79270
28.10	0.92	719043	66.28	1.92	337243	92.22	2.92	77804
28.43	0.93	715661	66.64	1.93	333598	92.36	2.93	76359
28.77	0.94	712260	67.00	1.94	329969	92.51	2.94	74934
29.12	0.95	708840	67.36	1.95	326355	92.65	2.95	73529
29.46	0.96	705402	67.72	1.96	322758	92.79	2.96	72145
29.81	0.97	701944	68.08	1.97	319178	92.92	2.97	70781
30.15	0.98	698468	68.44	1.98	315614	93.06	2.98	69437
30.50	0.99	694974	68.79	1.99	312067	93.19	2.99	68112
93.32	3.00	66807	99.38	4.00	6210	99.98	5.00	233
93.45	3.01	65522	99.40	4.01	6037	99.98	5.01	224
93.57	3.02	64256	99.41	4.02	5868	99.98	5.02	216
93.70	3.03	63008	99.43	4.03	5703	99.98	5.03	208
93.82	3.04	61780	99.45	4.04	5543	99.98	5.04	200
93.94	3.05	60571	99.46	4.05	5386	99.98	5.05	193
94.06	3.06	59380	99.48	4.06	5234	99.98	5.06	185
94.18	3.07	58208	99.49	4.07	5085	99.98	5.07	179
94.29	3.08	57053	99.51	4.08	4940	99.98	5.08	172
94.41	3.09	55917	99.52	4.09	4799	99.98	5.09	165
94.52	3.10	54799	99.53	4.10	4661	99.98	5.10	159
94.63	3.11	53699	99.55	4.11	4527	99.98	5.11	153
94.74	3.12	52616	99.56	4.12	4397	99.99	5.12	147
94.84	3.13	51551	99.57	4.13	4269	99.99	5.13	142
94.95	3.14	50503	99.59	4.14	4145	99.99	5.14	136
95.05	3.15	49471	99.60	4.15	4025	99.99	5.15	131
95.15	3.16	48457	99.61	4.16	3907	99.99	5.16	126
95.25	3.17	47406	99.62	4.17	3793	99.99	5.17	121
95.35	3.18	46479	99.63	4.18	3681	99.99	5.18	117
95.45	3.19	45514	99.64	4.19	3573	99.99	5.19	112
95.54	3.20	44565	99.65	4.20	3467	99.99	5.20	108
95.64	3.21	43633	99.66	4.21	3364	99.99	5.21	104
95.73	3.22	42716	99.67	4.22	3264	99.99	5.22	100
95.82	3.23	41815	99.68	4.23	3167	99.99	5.23	96
95.91	3.24	40929	99.69	4.24	3072	99.99	5.24	92
95.99	3.25	40059	99.70	4.25	2980	99.99	5.25	88
96.08	3.26	39204	99.71	4.26	2890	99.99	5.26	85

Lampiran 18

**KONVERSI HASIL BEBAS CACAT KE NILAI SIGMA DAN DPMO
(Lanjutan)**

I (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO
96.16	3.27	38364	99.72	4.27	2803	99.99	5.27	82
96.25	3.28	37538	99.73	4.28	2718	99.99	5.28	78
96.33	3.29	36727	99.74	4.29	2635	99.99	5.29	75
96.41	3.30	35930	99.74	4.30	2555	99.99	5.30	72
96.49	3.31	35148	99.75	4.31	2477	99.99	5.31	70
96.56	3.32	34379	99.76	4.32	2401	99.99	5.32	67
96.64	3.33	33625	99.77	4.33	2327	99.99	5.33	64
96.71	3.34	32884	99.77	4.34	2256	99.99	5.34	62
96.78	3.35	32157	99.78	4.35	2186	99.99	5.35	59
96.86	3.36	31443	99.79	4.36	2118	99.99	5.36	57
96.93	3.37	30742	99.79	4.37	2052	99.99	5.37	54
96.99	3.38	30054	99.80	4.38	1988	99.99	5.38	52
97.06	3.39	29379	99.81	4.39	1926	100.00	5.39	50
97.13	3.40	28716	99.81	4.40	1866	100.00	5.40	48
97.19	3.41	28067	99.82	4.41	1807	100.00	5.41	46
97.26	3.42	27429	99.83	4.42	1750	100.00	5.42	44
97.32	3.43	26803	99.83	4.43	1695	100.00	5.43	42
97.38	3.44	26190	99.84	4.44	1641	100.00	5.44	41
97.44	3.45	25588	99.84	4.45	1589	100.00	5.45	39
97.50	3.46	24998	99.85	4.46	1538	100.00	5.46	37
97.56	3.47	24419	99.85	4.47	1489	100.00	5.47	36
97.61	3.48	23852	99.86	4.48	1441	100.00	5.48	35
97.67	3.49	23295	99.86	4.49	1395	100.00	5.49	34
97.73	3.50	22750	99.87	4.50	1350	100.00	5.50	33
97.78	3.51	22216	99.87	4.51	1306	100.00	5.51	32
97.83	3.52	21692	99.87	4.52	1264	100.00	5.52	30
97.88	3.53	21178	99.88	4.53	1223	100.00	5.53	29
97.93	3.54	20675	99.88	4.54	1183	100.00	5.54	28
97.98	3.55	20182	99.89	4.55	1144	100.00	5.55	27
98.03	3.56	19699	99.89	4.56	1107	100.00	5.56	26
98.08	3.57	19226	99.89	4.57	1070	100.00	5.57	25
98.12	3.58	18763	99.90	4.58	1035	100.00	5.58	24
98.17	3.59	18309	99.90	4.59	1001	100.00	5.59	23
98.21	3.60	17864	99.90	4.60	968	100.00	5.60	22
98.26	3.61	17429	99.91	4.61	936	100.00	5.61	21
98.30	3.62	17003	99.91	4.62	904	100.00	5.62	20
98.34	3.63	16586	99.91	4.63	874	100.00	5.63	19
98.38	3.64	16177	99.92	4.64	845	100.00	5.64	18
98.42	3.65	15778	99.92	4.65	816	100.00	5.65	17
98.46	3.66	15386	99.92	4.66	789	100.00	5.66	17
98.50	3.67	15003	99.92	4.67	762	100.00	5.67	16
98.54	3.68	14629	99.93	4.68	736	100.00	5.68	15

Lampiran 18

**KONVERSI HASIL BEBAS CACAT KE NILAI SIGMA DAN DPMO
(Lanjutan)**

I (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO	Hasil (%yield)	Nilai Sigma	DPMO
98.57	3.69	14262	99.93	4.69	711	100.00	5.69	15
98.61	3.70	13903	99.93	4.70	687	100.00	5.70	14
98.64	3.71	13553	99.93	4.71	664	100.00	5.71	13
98.68	3.72	13209	99.94	4.72	641	100.00	5.72	13
98.71	3.73	12874	99.94	4.73	619	100.00	5.73	12
98.75	3.74	12545	99.94	4.74	598	100.00	5.74	12
98.78	3.75	12224	99.94	4.75	577	100.00	5.75	11
98.81	3.76	11911	99.94	4.76	557	100.00	5.76	11
98.84	3.77	11604	99.95	4.77	538	100.00	5.77	10
98.87	3.78	11304	99.95	4.78	519	100.00	5.78	10
98.90	3.79	11011	99.95	4.79	501	100.00	5.79	9
98.93	3.80	10724	99.95	4.80	483	100.00	5.80	9
98.96	3.81	10444	99.95	4.81	467	100.00	5.81	9
98.98	3.82	10170	99.96	4.82	450	100.00	5.82	5
99.01	3.83	9903	99.96	4.83	434	100.00	5.83	5
99.04	3.84	9642	99.96	4.84	419	100.00	5.84	7
99.06	3.85	9387	99.96	4.85	404	100.00	5.85	7
99.09	3.86	9137	99.96	4.86	390	100.00	5.86	7
99.11	3.87	8894	99.96	4.87	376	100.00	5.87	7
99.13	3.88	8656	99.96	4.88	362	100.00	5.88	6
99.16	3.89	8424	99.97	4.89	350	100.00	5.89	6
99.18	3.90	8198	99.97	4.90	337	100.00	5.90	6
99.20	3.91	7976	99.97	4.91	325	100.00	5.91	5
99.22	3.92	7760	99.97	4.92	313	100.00	5.92	5
99.25	3.93	7549	99.97	4.93	302	100.00	5.93	5
99.27	3.94	7344	99.97	4.94	291	100.00	5.94	5
99.29	3.95	7143	99.97	4.95	280	100.00	5.95	5
99.31	3.96	6947	99.97	4.96	270	100.00	5.96	4
99.32	3.97	6756	99.97	4.97	160	100.00	5.97	4
99.34	3.98	6569	99.97	4.98	251	100.00	5.98	4
99.36	3.99	6387	99.98	4.99	242	100.00	5.99	4
						99.9997	6	3

Sumber : Gaspersz, 2004 : 528 – 529

Lampiran 19

**STANDAR RATING KEPARAHAN (*Severity*), KEJADIAN (*Occurance*),
DAN DETEKSI (*Detection*) UNTUK FMEA PROSES**

Efek	Rating	Kriteria
Tanpa efek	1	Tidak ada efek pada <i>performance</i> sistem, proses selanjutnya, atau pada proses <i>assembly</i>
Efek sangat ringan	2	Efek yang sangat ringan pada <i>performance</i> atau proses operasi, kemungkinan pelanggan tidak akan mengklaim kerusakan. Kesalahan yang tidak begitu vital dan kadang – kadang terjadi
Efek ringan	3	Efek ringan pada <i>performance</i> , atau proses operasi, pelanggan tidak begitu merasa terganggu. Kesalahan yang tidak vital
Efek minor	4	Efek kecil pada <i>performance</i> , atau proses operasi, pelanggan akan memperhatikan sedikit keburukan atau <i>performance</i> sistem. Kesalahan yang tidak begitu penting sejak awal
Efek sedang	5	Efek sedang pada <i>performance</i> atau proses operasi, pelanggan mengalami perasaan ketidakpuasan, kesalahan terjadi pada proses non-vital
Efek signifikansi	6	Efek yang signifikan pada proses, mungkin menyebabkan komponen diperbaiki, menurut <i>performance</i> , tapi dapat dioperasikan dan aman. Pelanggan merasa tidak nyaman. Komponen non-vital yang dapat dioperasikan
Efek mayor	7	Efek utama pada proses, perbaikan pada komponen yang perlu, mempengaruhi <i>performance</i> tapi dapat dioperasikan dan aman. Pelanggan tidak puas. Sub sistem tidak dapat dioperasikan
Efek ekstrim	8	Efek yang ekstrim pada proses, merusak peralatan, tidak dapat dioperasikan, tapi aman. Pelanggan tidak puas. Sistem tidak dapat dioperasikan. Gangguan pada proses berikutnya
Efek serius	9	Efek serius yang potensial. Dapat menghentikan peralatan tanpa kecelakaan. Berhubungan dengan keselamatan – kegagalan yang berangsur – angsur. Memenuhi peraturan pemerintah tentang bahaya atau resiko
Efek berbahaya	10	Efek yang berisiko. Berhubungan dengan keamanan kegagalan yang tiba – tiba. Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah

Sumber : Ford, 1992

Tabel 19.1
Rating Keparahan Efek Kegagalan

Lampiran 19

**STANDAR RATING KEPARAHAN (*Severity*), KEJADIAN (*Occurance*),
DAN DETEKSI (*Detection*) UNTUK FMEA PROSES
(Lanjutan)**

Kejadian	Rating	Cpk	CNF/1000	Kriteria
Hampir tidak ada	1	$\geq 1,67$	$< 0,00058$ (< 1 dalam 1.500.000)	Tidak mungkin terjadi kegagalan. Cacatan dari proses yang sama menunjukkan tidak adanya kegagalan
Jarang	2	$\geq 1,50$	0,0068 (1 dalam 150.000)	Kemungkinan jarang terjadi kegagalan
Sangat kecil	3	$\geq 1,33$	0,063 (1 dalam 15.000)	Kemungkinan sangat kecil terjadi kegagalan
Kecil	4	$\geq 1,17$	0,46 (1 dalam 2.000)	Kemungkinan kecil dalam kegagalan
Rendah	5	$\geq 1,00$	2,7 (1 dalam 400)	Kemungkinan rendah terjadi kegagalan
Sedang	6	$\geq 0,83$	12,4 (1 dalam 80)	Kemungkinan menengah terjadi kegagalan
Agak tinggi	7	$\geq 0,67$	46 (1 dalam 20)	Kemungkinan sering terjadi kegagalan
Tinggi	8	$\geq 0,51$	134 (1 dalam 8)	Kemungkinan tinggi terjadi kegagalan
Sangat tinggi	9	$\geq 0,33$	316 (1 dalam 3)	Kemungkinan sangat tinggi terjadi kegagalan
Hampir dipastikan	10	$< 0,33$	> 316 (> 1 dalam 3)	Kemungkinan hampir pasti terjadi kegagalan. Dalam sejarah desain yang mirip menunjukkan sangat banyak kegagalan

Sumber : Ford, 1992

Tabel 19.2
Rating Kejadian Potensi Kegagalan

Lampiran 20

Lampiran 20

KONSTANTA TABEL KONTROL

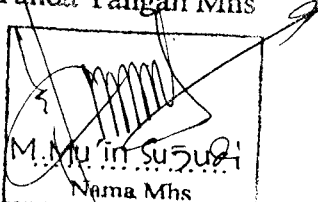
		TABEL RATA - RATA			TABEL DEVIASI STANDAR					
Pengamatan dalam sampel, n		Faktor - faktor untuk batas kontrol			Faktor - faktor untuk batas kontrol		Faktor - faktor untuk batas kontrol			
n		A_1	A_2	A_3	c_4	$1/c_4$	B_3	B_4	B_5	B_6
2	2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606
2	3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276
3	4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088
4	5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964
5	6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874
6	7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806
7	8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	1.179	1.751
8	9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707
9	10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669
10	11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637
11	12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610
12	13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585
13	14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563
14	15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544
15	16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526
16	17	0.728	0.202	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511
17	18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496
18	19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483
19	20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470
20	21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459
21	22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448
22	23	0.626	0.162	0.663	0.9887	1.0114	0.545	1.445	0.539	1.438
23	24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.455	0.549	1.429
24	25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420
25										

Sumber : Pyzdek, 2002 : 568

er : Pyzdek, 20

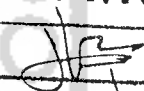




KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mhs : M. Mu'in Su'udi
 NIM : 99 522 255
 Pembimbing I : H. Ir. Huda'ya, MM
 Pembimbing II : -
 Disetujui Tanggal : 16 Mei 2007


Tanda Tangan Mhs

 M. Mu'in Su'udi
 Nama Mhs

Tugas Akhir

Penerapan Metode Six Sigma untuk Menghilangkan Cacat dan Peningkatan Kualitas Proses Produksi Produk Benang Tenun

Tanggal	Keterangan	T T. Pembimbing
4 Juli 2007	Proposal direvisi	
12 Juli 2007	Proposal OK	
15-8-07	Bab 1, 2, 3, judul dan rumusan direvisi buat flow chartnya.	
11-9-07	Bab 4, 5, 6 OK	
14-9-07	Selesai alfabal dll	

Pembimbing I


 Huda'ya, MM

Pembimbing II

(.....)

Kartu ini sebagai syarat pendadaran *

PT
(PERSERO)

INDUSTRI SANDANG NUSANTARA

UNIT SECANG

Alamat : Kotak Pos 2 Telp. (0293) 714226 - 714227 Fax. (0293) 714228 Magelang 56195 - Jawa Tengah
Kantor Pusat : Jl. H. Agus Salim No. 45 Telp. (021) 8801007 - 8802658 Fax. (021) 8801777 Bekasi 17112 - Indonesia
Jl. Wolter Monginsidi No. 88 K Telp. (021) 7252623 - 7252624 Fax (021) 7221553 Kebayoran Baru Jakarta 12170

Quality
Endorsed
Company
ISO 9001 : 2000
Lic no : QEC 00007
SAI GLOBAL

SURAT KETERANGAN

Nomor : 96 / 7-K / 2007

Pimpinan PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Secang
yang menerangkan bahwa :

Nama : M. MUIN SUJUDI
Mahasiswa pada : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Program Studi : TEKNIK INDUSTRI
N.I.M. : 99 522 255
NIRM.

Belum telah mengadakan Penelitian/Observasi di PT. Industri Sandang Nusantara Patal Secang Magelang, yang dilaksanakan pada tanggal 13 Agustus 2007
pai dengan 15 Agustus 2007 dalam rangka menyusun Lap. Penelitian/Observasi
gan judul :

ENERAPAN METODE SIX SIXMA UNTUK MENGURANGI CACAT DAN MENINGKATKAN KUALITAS PRODUKSI PRODUK BENANG TENUN R 30/1 Studi Kasus PT. INDUSTRI SANDANG NUSANTARA UNIT PATAL SECANG MAGELANG

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya untuk
t dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di : Secang
Pada tanggal : 30 Agustus 2007

DEPARTEMEN KEU. & UMUM



SATRIYO BAMBANG N
Senior Supervisor RT & TU