

**ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PADA *CIGARETTE PAPER*
JENIS VELLIN 60 DENGAN MENGGUNAKAN PETA KONTROL
DAN *ACCEPTANCE SAMPLING***

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**ANAK AGUNG JAYA ARDIKA
0110620008-62**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN
MALANG
2008**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji syukur kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Penulis sadar bahwa selama penulisan skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak

Atas bantuan dan dorongan, baik yang berupa moril dan materiil yang diberikan maka pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda beserta adik-adikku yang telah memberikan dorongan dan semangat serta selalu mendoakanku
2. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MT. selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
4. Bapak Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Teknik Industri Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Dosen Pembimbing yang dengan tulus telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing yang dengan tulus telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Bambang Suhariyanto, SH selaku Kepala Bagian Umum dan SDM serta seluruh karyawan PT. Surya Zig Zag Kediri yang dengan tulus dan tanpa pamrih turut membantu dalam penulisan skripsi ini.
7. Rekan-rekan di Jurusan Mesin angkatan 2001 (Ipul, Emen, Kakek dan Rian) serta teman-teman kos terutama Andi (printer dan kemeja putihmu sungguh berjasa). Spesial untuk Antyq (selalu mendoakan dan menemani di Malang sampai lulus).
8. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tentunya ada kekurangan, maka diharapkan adanya saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	ii
Daftar Tabel.....	v
Daftar Gambar.....	vi
Daftar Lampiran.....	viii
Ringkasan.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Kualitas.....	5
2.2. Pengendalian Kualitas.....	5
2.3. Variabilitas Kualitas.....	6
2.4. <i>Statistical Quality Control</i>	6
2.4.1. Pengertian Umum <i>Statistical Quality Control</i>	6
2.4.2. Tujuan <i>Statistical Quality Control</i>	7
2.4.3. Prosedur Penerapan <i>Statistical Quality Control</i>	7
2.4.4. Metode <i>Statistical Quality Control</i>	8
2.5. Peta Kontrol.....	8
2.5.1. Macam-Macam Peta Kontrol.....	12
2.5.2. Pembuatan Peta Kontrol.....	13
2.5.3. Pembuatan Peta Kontrol \bar{X} dan R.....	14
2.6. Diagram Pareto.....	16
2.7. Diagram Sebab Akibat (<i>Cause-Effect Diagram</i>).....	17
2.8. Tes Kecukupan Data.....	19
2.9. Analisa Kemampuan Proses.....	20
2.10. Aplikasi Program Komputer.....	23

2.11. Penerimaan Sampel	23
2.12. <i>Military Standard 414</i>	25
2.12.1. Variabilitas Tidak Diketahui	26
2.12.2. Metode Standar Deviasi	26
2.12.3. Jenis-jenis Pemeriksaan pada MIL-STD 414	28
2.13. Teknik Pengendalian Kualitas dan Sampling Penerimaan	30
2.14. Pembuatan Kertas Rokok	31
2.14.1. Unit <i>Stock Preparation</i>	31
2.14.2. Unit <i>Paper Machine</i>	32
2.14.3. Unit <i>Finishing</i>	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Metode Penelitian Deskriptif	37
3.2. Metode Pengumpulan Data	38
3.3. Fasilitas Penelitian	39
3.4. Alokasi Waktu dan Tempat	39
3.5. Diagram Alir Pemecahan Masalah	40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	44
4.1. Data Produksi	44
4.2. Pengolahan Data	49
4.2.1. Tes Kecukupan Data.....	49
4.2.2. Peta Kontrol \bar{X} dan R	50
4.2.3. Diagram Pareto	55
4.2.4. Diagram Sebab Akibat	56
4.2.5. Peta Kontrol \bar{X} dan R Revisi	59
4.2.6. Analisa Kapabilitas Proses	63
4.2.7. Pemeriksaan Berdasarkan <i>Military Standard 414</i>	67
4.2.7.1. Metode Standar Deviasi	67
BAB V PEMBAHASAN	71
5.1. Analisa Peta Kontrol \bar{X} dan R.....	71
5.2. Pembahasan Diagram Sebab Akibat	72

5.3. Analisa Kemampuan Proses	74
5.4. Analisa Penerapan <i>Military Standard</i> 414	75
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1. Kesimpulan.....	77
6.2. Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	hal.
Tabel 1.1.	Hasil Produksi Tahun 2006.....	2
Tabel 2.1.	Tabel Nilai Kritis (Z_c)	19
Tabel 2.2.	Perbedaan Peta Kontrol dan Penerimaan Sampling	31
Tabel 4.1.	Spesifikasi Produk Kertas Vellin 60	44
Tabel 4.2.	Data Pengukuran <i>Grammature</i>	45
Tabel 4.3.	Data Pengukuran <i>Tensile Strength</i>	46
Tabel 4.4.	Data Pengukuran <i>Thickness</i>	47
Tabel 4.5.	Data Pengukuran <i>Porosity</i>	48
Tabel 4.6.	Tes Kecukupan Data	49
Tabel 4.7.	Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R	55
Tabel 4.8.	Prosentase Penyimpangan Produk VELLIN 60	56
Tabel 4.9.	Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R Revisi	63
Tabel 4.10.	Batas Kendali untuk Kapabilitas Proses	67
Tabel 4.11.	Data Variabel Pengamatan	67
Tabel 4.12.	Data Sampel Variabel <i>Grammature</i> kertas VELLIN 60.....	68
Tabel 4.13.	Perhitungan Batas Spesifikasi Tunggal Form 1.....	68
Tabel 4.14.	Batas Spesifikasi Tunggal - Form 2.....	69
Tabel 4.15.	Pemeriksaan Berdasarkan MIL-STD-414 dengan Metode K (form 1)	69
Tabel 4.16.	Pemeriksaan Berdasarkan MIL-STD-414 dengan Metode M (form 2).....	70
Tabel 5.1.	Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R awal	72
Tabel 5.2.	Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R revisi	72
Tabel 5.3.	Nilai Kemampuan Proses Kertas VELLIN 60	74

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	hal.
Gambar 2.1.	Pengendalian Kualitas Statistik	7
Gambar 2.2.	Contoh Peta Kontrol	9
Gambar 2.3.	Contoh Runs Bawah Pada Peta Kontrol	10
Gambar 2.4.	Contoh Runs Atas Pada Peta Kontrol	11
Gambar 2.5.	Contoh Trend Naik Pada Peta Kontrol	11
Gambar 2.6.	Contoh Trend Turun Pada Peta Kontrol	11
Gambar 2.7.	Contoh Periodik Pada Peta Kontrol	12
Gambar 2.8.	Contoh <i>Hugging</i> Pada Peta Kontrol	12
Gambar 2.9.	Contoh Diagram Pareto	17
Gambar 2.10.	Contoh Diagram <i>Fishbone</i>	18
Gambar 2.11.	Jarak Spesifikasi 6σ , $C_p < 1$, $C_p > 1$, $C_p = C_{pk}$, $C_{pk} \leq 1$, dan $C_{pk} \geq 1$	23
Gambar 2.12.	Komposisi MIL-STD-414	26
Gambar 2.13.	Prosedur Peralihan Pemeriksaan MIL-STD-414	30
Gambar 3.1.	Diagram Alir Pemecahan Masalah	43
Gambar 4.1.	Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Grammature</i>	51
Gambar 4.2.	Peta Kontrol R untuk <i>Grammature</i>	52
Gambar 4.3.	Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Tensile Strength</i>	52
Gambar 4.4.	Peta Kontrol R untuk <i>Tensile Strength</i>	53
Gambar 4.5.	Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Thickness</i>	53
Gambar 4.6.	Peta Kontrol R untuk <i>Thickness</i>	54
Gambar 4.7.	Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Porosity</i>	54
Gambar 4.8.	Peta Kontrol R untuk <i>Porosity</i>	55
Gambar 4.9.	Diagram Pareto Penyimpangan Produksi	56
Gambar 4.10.	Diagram Sebab Akibat <i>Grammature</i>	57
Gambar 4.11.	Diagram Sebab Akibat <i>Tensile Strength</i>	57
Gambar 4.12.	Diagram Sebab Akibat <i>Thickness</i>	58
Gambar 4.13.	Diagram Sebab Akibat <i>Porosity</i>	58
Gambar 4.14.	Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Grammature</i>	59

Gambar 4.15. Peta Kontrol R untuk <i>Grammature</i>	60
Gambar 4.16. Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Tensile Strength</i>	60
Gambar 4.17. Peta Kontrol R untuk <i>Tensile Strength</i>	61
Gambar 4.18. Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Thickness</i>	61
Gambar 4.19. Peta Kontrol R untuk <i>Thickness</i>	62
Gambar 4.20. Peta Kontrol \bar{X} untuk <i>Porosity</i>	62
Gambar 4.21. Peta Kontrol R untuk <i>Porosity</i>	63
Gambar 4.22. Kapabilitas Proses Untuk <i>Grammature</i>	64
Gambar 4.23. Kapabilitas Proses Untuk <i>Tensile Strength</i>	65
Gambar 4.24. Kapabilitas Proses Untuk <i>Thickness</i>	66
Gambar 4.25. Kapabilitas Proses Untuk <i>Porosity</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1.	Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel
Lampiran 2	Konversi Nilai AQL
Lampiran 3.	Simbol Ukuran Sampel
Lampiran 4.	Inspeksi Normal dan Ketat – Batas Spesifikasi Tunggal – Bentuk 1
Lampiran 5.	Inspeksi Normal dan Ketat – Batas Spesifikasi Tunggal – Bentuk 2 dan Batas Spesifikasi Tunggal
Lampiran 6.	Inspeksi Normal dan Ketat – Batas Spesifikasi Tunggal – Bentuk 2 dan Batas Spesifikasi Ganda
Lampiran 7.	Perkiraan Nilai Proporsi Kerusakan Produk (p_L - p_U) Menggunakan Metode Standar Deviasi (Nilai-nilai Dalam Persen)
Lampiran 8	Bagan Proses Produksi

RINGKASAN

Anak Agung Jaya Ardika, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2008 Analisa Pengendalian Kualitas Pada *Cigarette Paper* Jenis Vellin 60 dengan Menggunakan Peta Kontrol dan *Acceptance Sampling*, Dosen Pembimbing **Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc** dan **Nasir Widha Setyanto, ST., MT.**

PT. Surya Zig Zag Kediri adalah suatu perusahaan industri manufaktur yang memproduksi berbagai jenis kertas rokok terutama untuk memenuhi kebutuhan kertas rokok pada PT. Gudang Garam, serta untuk memenuhi kebutuhan kertas rokok di Indonesia dan luar negeri. Kualitas produk adalah hal yang sangat penting untuk diperhatikan, terutama pada perusahaan yang memproduksi sesuai dengan pesanan konsumen. Apabila kualitas tidak sesuai dengan spesifikasi konsumen maka akan diperlukan biaya tambahan untuk produksi ulang. Salah satu cara pengendalian kualitas produk adalah dengan menggunakan peta kontrol dan *Acceptance Sampling Military Standard 414*.

Metodologi yang digunakan adalah membuat peta kontrol \bar{X} dan R untuk mengetahui apakah variabel-variabel kualitas kertas VELLIN 60 dalam keadaan terkendali atau tidak, selanjutnya dengan menggunakan diagram pareto dapat diketahui variabel yang paling dominan keluar dari spesifikasi. Setelah dibuat diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab terjadinya penyimpangan, maka data direvisi sebelum melakukan analisa kemampuan proses. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan produk akhir dengan menggunakan *Acceptance Sampling Military Standard 414*.

Dari peta kontrol \bar{X} dan R menunjukkan bahwa untuk variabel *Grammature* dan *Tensile Strength* berada dalam batas kendali, sedangkan variabel *Thickness* dan *Porosity* yang berada di luar batas kontrol dengan prosentase 33,3% dan 66,7% Dari analisis kemampuan proses, terlihat bahwa untuk sifat kertas *Grammature*, *Tensile strength* dan *Porosity* nilai kapabilitas prosesnya kurang dari 1, sedangkan untuk sifat kertas *Thickness* nilai kapabilitas prosesnya lebih dari 1, hal ini menunjukkan produksi kertas dengan variabel ini sudah baik. Dari pemeriksaan dengan menggunakan *Acceptance Sampling Military Standard 414* terdapat dua sifat kertas yang tertolak yaitu *Grammature* dan *Thickness*, sedangkan yang dapat diterima adalah *Tensile Strength* dan *Porosity*

Kata Kunci (Peta Kontrol, Analisa Kemampuan Proses, *Acceptance Sampling*)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Setiap perusahaan harus menjaga kepercayaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan seiring dengan jumlah permintaan yang berfluktuasi. Salah satu hal yang benar-benar harus diperhatikan untuk menjaga kepercayaan konsumen adalah masalah kualitas produk yang dihasilkan.

PT. Surya Zig Zag Kediri adalah suatu perusahaan industri manufaktur yang memproduksi berbagai jenis kertas rokok (*Cigarette Paper*) yang berkualitas tinggi terutama untuk memenuhi kebutuhan kertas rokok pada PT. Gudang Garam, serta untuk memenuhi kebutuhan kertas rokok di Indonesia dan luar negeri. Hal ini mendorong perusahaan, untuk mengembangkan strategi yang kuat demi mempertahankan daerah pemasaran dari pesaing. Seiring dengan tuntutan dari konsumen, maka perusahaan harus memenuhi standar kualitas produk yang diinginkan. Akan tetapi seringkali dalam berproduksi perusahaan menghasilkan produk yang kurang sesuai dengan standar kualitas yang diminta oleh konsumen. Hal ini akan merugikan perusahaan karena resiko terbesar bagi perusahaan adalah penolakan produk atau *complain* dari konsumen sehingga produk akan dikembalikan karena tidak sesuai dengan kesepakatan yang telah dibuat.

Produk-produk yang cacat dari kertas rokok erat hubungannya dengan pengendalian kualitas terhadap sifat-sifat dari kertas rokok itu sendiri. Sifat – sifat kertas rokok seperti *grammature, thickness, tensile strength, dan porosity* adalah sifat-sifat yang sulit untuk dikendalikan dan cenderung tidak stabil. Padahal sifat-sifat tersebut merupakan komponen mutlak yang diharapkan kualitasnya paling baik oleh konsumen. Sehingga diperlukan sistem kontrol kualitas untuk menjaga agar kualitas produk sesuai dengan standart yang ditetapkan oleh konsumen. Selain itu untuk mengendalikan kualitas produk akhir kertas yang akan sampai ke konsumen bisa memenuhi spesifikasi yang ditentukan untuk variabel-variabel diatas sebaiknya menggunakan metode *Military Standard 414* sebagai salah satu metode pengendalian kualitas terhadap produk akhir.

Tabel 1.1 Hasil Produksi Tahun 2006

Periode	Produksi (ton)	Produk cacat (ton)	Persentase (%)
Januari	880	27,89	3,17
Februari	900	31,05	3,45
Maret	918	24,60	2,68
April	934	25,77	2,76
Mei	958	26,24	2,74
Juni	977	30,67	3,16
Juli	990	29,99	3,05
Agustus	1016	32,20	3,17
September	1038	27,40	2,64
Oktober	1055	29,85	2,83
November	1070	29,96	2,80
Desember	1094	32,38	2,96
Total Produk Cacat		348	

Sumber : Paper Machine #1 PT. Surya Zig Zag

Berdasarkan pengamatan pada PT. Surya Zig Zag, terdapat permasalahan yang timbul, yaitu adanya cacat yang akan menyebabkan turunnya kualitas dari hasil produksi. Dari jumlah produk cacat tersebut, perusahaan mengalami kerugian milyaran rupiah. Kerugian tersebut dikarenakan jumlah produk cacat yang cukup tinggi, biaya produksi tinggi, dan kerugian waktu kerja. Dengan cukup tingginya produk cacat yang dihasilkan, maka perusahaan dalam hal ini akan mengeluarkan biaya produksi yang tinggi, karena produk cacat (*Defect Product*) tersebut akan mengalami reproduksi kembali dan akan menambah biaya produksi serta jam kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang masalah diatas, maka permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan apakah proses produksi kertas rokok di unit Paper Machine #1 PT. Surya Zig Zag Kediri berada dalam pengendalian?
2. Menentukan apakah *Paper Machine* #1 mampu menjalankan proses produksi?

3. Menentukan apakah penyebab tidak konsistennya sifat-sifat kertas pada suatu proses secara tepat, sehingga dapat memperbaiki kualitas proses produksi selanjutnya.
4. Bagaimanakah penerapan sistem sampling penerimaan dengan menggunakan *Military Standard 414* sehingga produk yang dihasilkan mempunyai tingkat penerimaan yang baik.

1.3 Batasan Masalah

1. Produk yang menjadi objek bahasan adalah kertas rokok jenis VELLIN 60 yang diproduksi unit *Paper Machine #1*
2. Karakteristik kualitas yang diamati adalah *grammature, tensile strength, porosity, dan thickness*.
3. Alat statistik yang digunakan untuk menganalisis adalah peta kontrol, Diagram Pareto dan Diagram Sebab Akibat.
4. Pengendalian kualitas produk yang akan dikirim ke konsumen menggunakan sampling penerimaan dengan variabel (*Military Standard 414*)
5. Tidak membahas masalah biaya produksi

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Membuat peta kontrol \bar{X} dan R untuk mengetahui proses produksi kertas rokok di unit Paper Machine #1 PT. Surya Zig Zag Kediri berada dalam pengendalian.
2. Menghitung kemampuan proses dari masing-masing peta kontrol untuk mengetahui apakah proses sudah berjalan dengan baik.
3. Merancang diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab tidak konsistennya variabel-variabel kertas rokok
4. Menerapkan jaminan mutu kepada pelanggan dengan berdasarkan sampel penerimaan variabel (*Military Standard 414*)

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Mahasiswa mempunyai kesempatan untuk mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama kuliah (teori) dengan hasil riset di lapangan (perusahaan)

- b. Menambah wawasan terhadap perkembangan dunia industri, khususnya bidang pengendalian kualitas.
2. Bagi perusahaan
- a. Sebagai bahan masukan dalam menganalisa suatu masalah menggunakan metode *Statistical Quality Control*.
 - b. Dengan adanya penulisan ini, maka perusahaan dapat merencanakan, mengontrol serta mengevaluasi apa yang selama ini dilaksanakan sehingga kualitas tetap terjamin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas menjadi faktor utama keputusan konsumen dalam memilih produk dan jasa. Banyak ahli yang mendefinisikan kualitas secara garis besar orientasinya adalah kepuasan pelanggan yang merupakan tujuan perusahaan atau organisasi yang berorientasi pada kualitas.

Montgomery (1990:1) menyatakan bahwa kualitas adalah kualitas yang berarti kecocokan penggunaannya. Maksud kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu. Kualitas kecocokan dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan tenaga kerja, dan motivasi angkatan kerja untuk mencapai kualitas produksi yang maksimal.

Menurut Dorothea (2003:4), kualitas adalah keseluruhan ciri atau karakteristik produk atau jasa dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Selain itu menurut Goeth dan Davis, kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan orang, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan.

2.2 Pengendalian Kualitas

Menurut Montgomery (1990:3) pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu diukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar..

Secara umum pengendalian kualitas dapat diartikan suatu metode dalam penjaminan suatu produk atau menjaga agar kumpulan dari suatu sifat-sifat yang saling berhubungan, membandingkan dengan spesifikasi dan pengambilan tindakan penyehatan yang sesuai.

Usaha pengendalian kualitas ini merupakan usaha preventif atau pencegahan dan dapat dilaksanakan sebelum kesalahan kualitas terjadi dalam perusahaan yang bersangkutan, dengan arti lain pengendalian atau pengawasan kualitas adalah suatu fungsi

yang berkaitan dengan usaha untuk mempertahankan kualitas dari barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Dengan demikian pengendalian kualitas merupakan suatu ukuran yang dipakai sebagai dasar untuk memproduksi. Jika tingkatan kualitas dapat ditetapkan maka diharapkan akan membantu proses produksi antara lain :

- a) Tingkat kerusakan dapat terkendali.
- b) Penghematan biaya produksi.
- c) Produk yang dihasilkan sesuai standar.

2.3 Variabilitas Kualitas

Menurut Vincent Gaspersz (2003) “Variabilitas adalah ketidakseragaman dalam proses operasional sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas produk (barang atau jasa) yang dihasilkan.

Sedangkan Montgomery (1990:28) mengatakan, “Tidak ada dua unit produk yang dihasilkan oleh suatu proses produksi itu identik”. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa dalam proses produksi bagaimanapun baiknya rancangan akan selalu ada variabilitas dasar dimana akan terjadi variasi kualitas antara satu produk dengan produk lainnya.

2.4 Statistical Quality Control

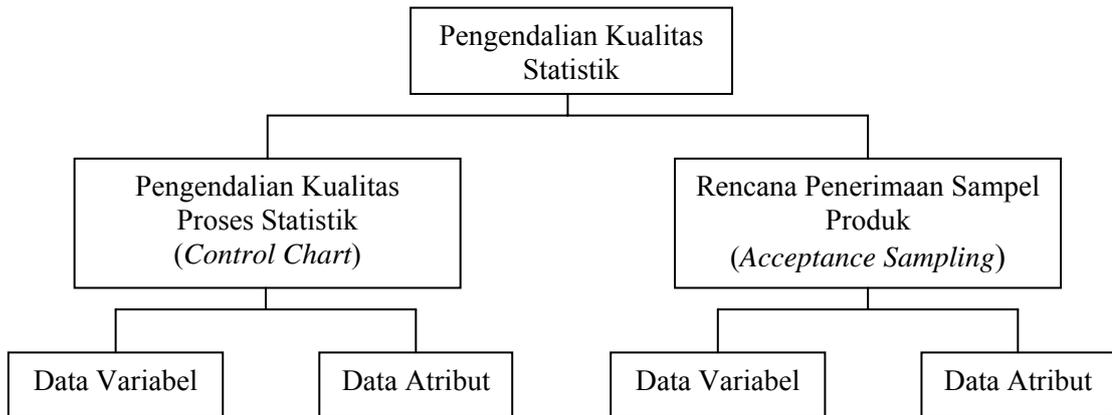
Statistical Quality Control (SQC) yang berasal dari Inggris dan dikembangkan di Amerika dengan melalui suatu organisasi yang bernama *American for Quality Control* dibentuk tahun 1946. Organisasi ini mengembangkan penggunaan teknik pengendalian kualitas untuk segala macam produk atau jasa.

2.4.1 Pengertian Umum Statistical Quality Control

Montgomery (1990:18) mengatakan SQC merupakan metode statistik dalam sisi pengambilan keputusan tentang suatu proses atau populasi berdasarkan pada suatu analisis informasi yang terkandung didalam suatu sampel dari populasi itu. Metode statistik itu memberikan cara-cara pokok dalam pengambilan sampel produk, pengujian serta evaluasinya, dan informasi di dalam data itu digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan proses pembuatan.

Selanjutnya, pengendalian kualitas statistik (SQC) secara garis besar digolongkan menjadi dua, yaitu pengendalian proses statistik (*statistical process control*) atau yang sering disebut dengan control chart dan rencana penerimaan sampel produk atau yang

sering dikenal dengan acceptance sampling. Hal ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pengendalian Kualitas Statistik

Sumber: Ariani,2004:57

2.4.2 Tujuan *Statistical Quality Control*

- a. Pengurangan variabilitas yang sistematis dalam karakteristik kualitas kunci produk itu.
- b. Menjaga standar yang *uniform* dari kualitas hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dan membantu perusahaan dalam mencapai efisiensi.

2.4.3 Prosedur Penerapan *Statistical Quality Control*

Pada dasarnya SQC merupakan penggunaan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisa data dalam menentukan dan mengawasi kualitas hasil produksi. Menurut Assauri teknik atau alat pengawasan mutu yang sering digunakan adalah metode statistik dengan cara :

- a) Pengambilan sampel secara teratur.
- b) Pemeriksaan karakteristik yang telah ditentukan apakah dengan standar yang ditetapkan.
- c) Penganalisaan derajat penyimpangan (deviasi) dan standar.
- d) Penggunaan tabel pengontrol untuk bahan penganalisaan hasil-hasil pemeriksaan atau penguraian sebagai dasar dalam mengambil keputusan apakah dilakukan penyesuaian proses atau tidak.

Pada dasarnya SQC meliputi penganalisaan sampel-sampel dan menarik kesimpulan mengenai karakteristik dari seluruh barang (populasi) dari sampel-sampel yang

diambil. Dengan menggunakan sampling dan penarikan kesimpulan secara statistik, SQC dapat dipergunakan untuk menerima atau menolak (menyatakan afkir) produk yang telah diproduksi, atau dapat dipergunakan untuk mengevaluasi proses sekaligus kualitas produk yang sedang dikerjakan.

2.4.4 Metode *Statistical Quality Control*

Jika sebuah produk telah sesuai dengan keinginan konsumen dalam memenuhi syarat-syaratnya, maka umumnya barang tersebut dihasilkan oleh sebuah proses yang stabil atau mampu ulang. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu kewajiban untuk mampu mengoperasikan dengan variasi yang kecil untuk semua target atau ukuran dimensi dari karakteristik kualitas produk. Dalam hal ini *Statistical Quality Control* sangat mampu digunakan untuk mendapatkan proses yang stabil dan memperbaiki kemampuan dan mengurangi variasi yang ada.

Ada tujuh alat utama dalam *Statistical Quality Control* :

1. Histogram
2. Lembar Periksa (*Check Sheet*)
3. Diagram Pareto
4. Diagram Sebab Akibat
5. Diagram Scater
6. *Control Chart* (Peta Kontrol)
7. Diagram konsentrasi *Defects*

Namun disini kita hanya akan membahas 3 dari 7 alat utama diatas, yaitu *Control Chart* (Peta Kontrol), Diagram Pareto dan Diagram Sebab Akibat.

2.5 Peta Kontrol

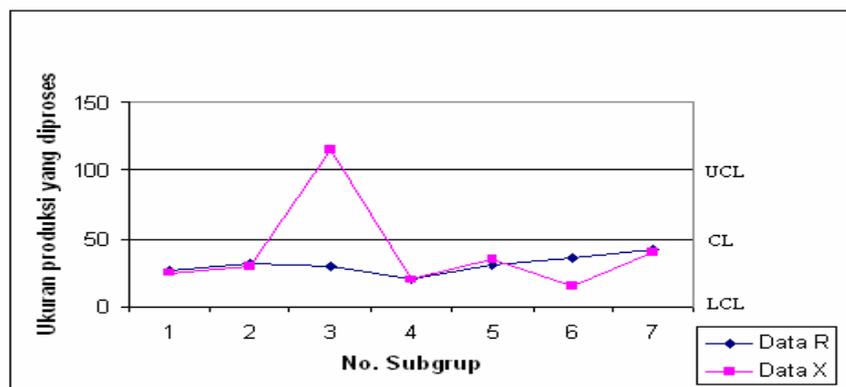
Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh Walter Andrew Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1942 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*Special Cause Variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*Common Cause Variation*). Pada dasarnya semua proses dengan cara menghilangkan varisi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum.

Peta kontrol ini merupakan suatu teknik untuk memisahkan atau menemukan kendali perbedaan pola variasi yang stabil dan tidak stabil, pada dasarnya menggambarkan secara grafis dari suatu data sebagai fungsi dari waktu.

Manfaat Peta Kontrol :

1. Untuk mengetahui ada tidaknya perubahan dapat dalam proses produksi.
2. Untuk mengetahui apakah proses berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan.
3. Sangat efektif dalam mengurangi terjadinya variabilitas sebanyak mungkin.
4. Untuk mengevaluasi apakah batas spesifikasi sudah tercapai.
5. Peta Kontrol ini digunakan untuk menunjukkan kapan kita berada dalam kesulitan atau masalah, bukan apa masalah itu. Dengan mengetahui waktu kesulitan itu timbul maka dapat dideteksi penyebab terjadinya masalah, dan tugas dari personal produksi atau teknisi untuk mencari tahu apa penyebab dari masalah tersebut.

Pada umumnya peta kontrol mempunyai bentuk sebagai berikut :



Gambar 2.2 Contoh Peta Kontrol

Pada dasarnya setiap peta kontrol memiliki :

1. Garis tengah (*central line*), yang bisa dinotasikan sebagai CL.
2. Sepasang kontrol (*control limit*), dimana suatu batas kontrol ditempatkan diatas tengah yang dikenal sebagai batas kontrol atas (*upper control limit/UCL*), yang satu lagi ditempatkan dibawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kontrol bawah (*lower control limit/LCL*).
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik yng menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada didalam batas-batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu maka proses yang berlangsung dianggap sebagai berada dalam keadaan terkontrol atau terkendali. Namun, jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu berada di luar batas-batas kontrol atau memperlihatkan kecenderungan tertentu maka proses yang

berlangsung dianggap berada diluar kontrol (tidak terkontrol) atau tidak terkendali sehingga perlu diambil tindakan untuk memperbaiki proses yang ada.

Meskipun semua titik terletak dalam batas kendali tetapi jika susunan titik-titik tersebut membentuk pola-pola tertentu, hal ini juga disebut sebagai ketidaknormalan proses. Beberapa gejala yang menunjukkan ketidaknormalan proses diuraikan dengan singkat dibawah ini :

1. Pergeseran rata-rata proses pada peta kontrol \bar{X} dan R

Terjadinya pergeseran rata-rata proses kearah atas atau ke arah bawah dari garis tengah peta kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa ada perubahan dalam proses, mungkin perubahan bahan mentah, stelan mesin, kondisi proses, dan lain-lain. Bila ada data yang melampaui limit kontrol maka proses itu tidak normal atau tidak terkontrol, perlu dilakukan tindakan perbaikan.

2. Pembahasan ragam proses pada peta kontrol \bar{X} dan R

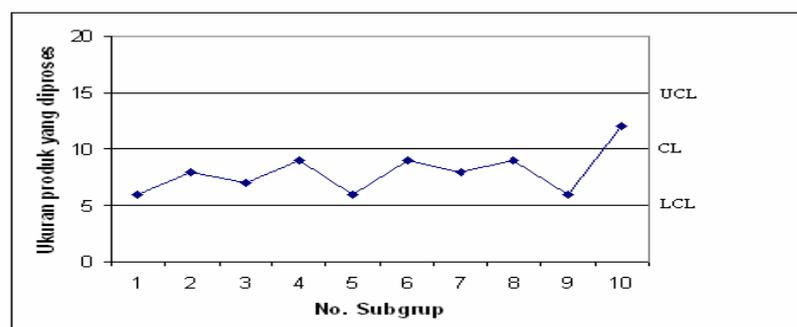
Bila terjadi data melampaui limit kontrol atas peta kontrol R, hal ini menunjukkan perbesaran ragam proses. Hal ini juga biasanya dapat terlihat pada peta kontrol \bar{X} , penyebab datanya membesar. Kadang-kadang ada yang melampaui limit kontrol. Gejala ini menunjukkan ada perubahan dalam proses, sehingga perlu tindakan perbaikan.

3. Gejala non acak dalam peta kontrol

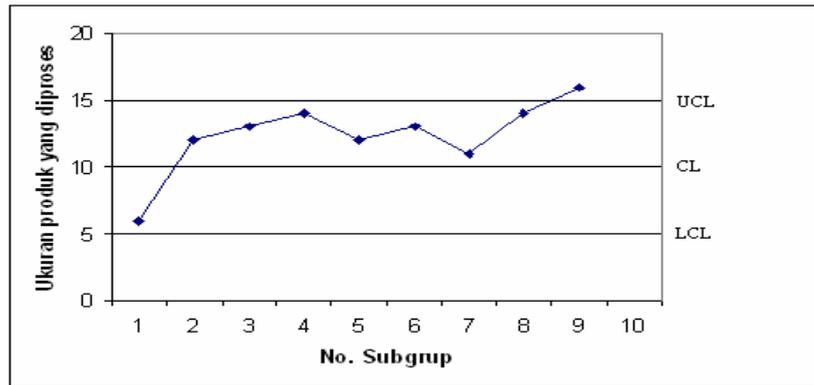
Walaupun semua data masih berada dalam kondisi kontrol, tetapi susunan data tersebut membentuk pola-pola tertentu, hal ini juga dianggap sebagai ketidak normalan proses. Bentuk-bentuk pola tertentu yang dimaksud diatas adalah :

a. Runs

Bila sebagian besar data terdapat hanya pada bagian garis tengah saja (sebagian atas saja atau bawah saja), disebut runs. Jumlah data pada runs disebut panjang runs.



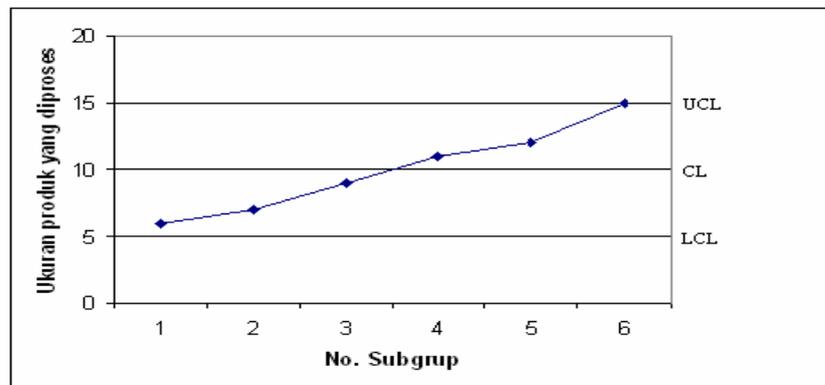
Gambar 2.3 Contoh Runs Bawah Pada Peta Kontrol



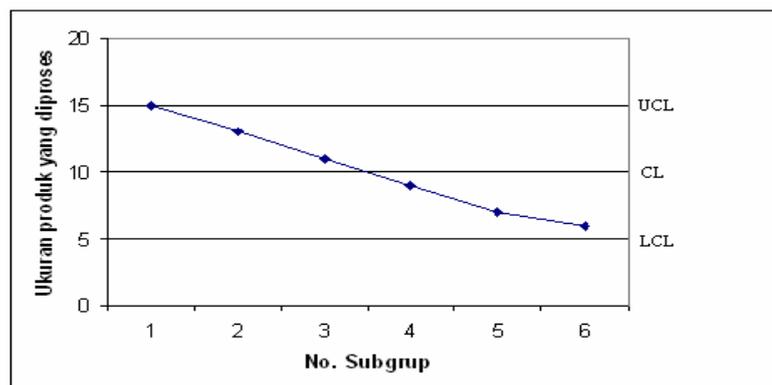
Gambar 2.4 Contoh Runs Atas Pada Peta Kontrol

b. Kecenderungan (*Trend*)

Jika data cenderung naik saja atau turun saja, disebut *trend*.



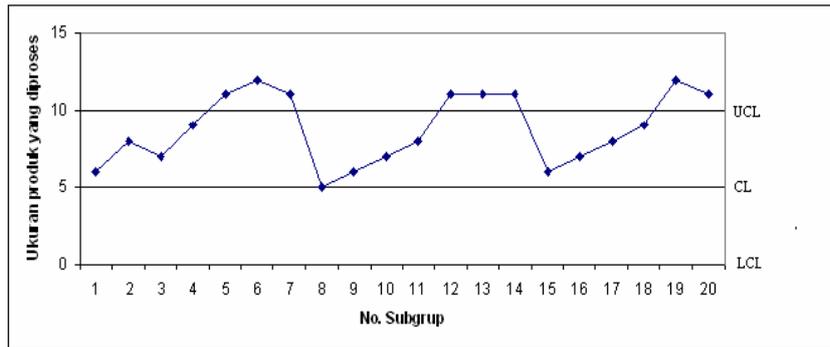
Gambar 2.5 Contoh *Trend* Naik Pada Peta Kontrol



Gambar 2.6 Contoh *Trend* Turun Pada Peta Kontrol

c. Periodik

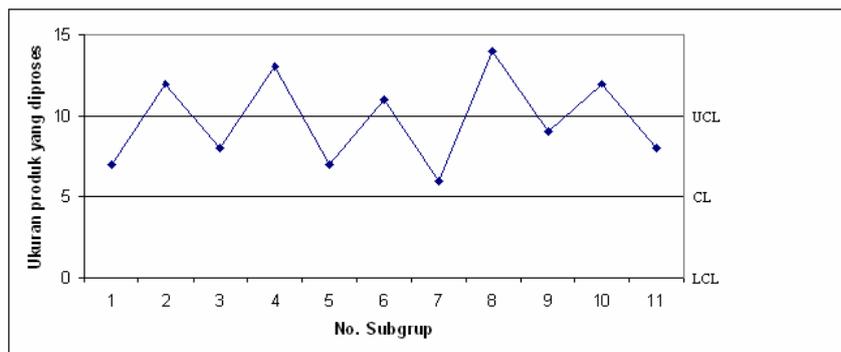
Jika titik-titik (data) pada peta kontrol menunjukkan bentuk yang berulang-ulang serupa, disebut gejala periodik. Dalam hal ini tidak ada ketentuan yang pasti yang menyatakan kapan proses dikatakan tidak normal. Gejala periodik harus diamati terus menerus dan tindakan diambil berdasarkan pengalaman.



Gambar 2.7 Contoh Periodik Pada Peta Kontrol

d. Statifikasi (*Hugging*) dari garis kontrol.

Bila data pada peta kontrol selalu dekat dengan garis kontrol (garis tengah atau *central line*), disebut *hugging* dari garis kontrol. Dalam situasi ini sering data yang berasal dari tipe yang berbeda tercampur kedalam subgrup, sehingga perlu merubah subgrup, mengumpulkan data kembali dan membuat lagi peta kontrol.



Gambar 2.8 Contoh *Hugging* Pada Peta Kontrol

2.5.1 Macam-Macam Peta Kontrol

Penggunaan peta kontrol tergantung dari macam data dan tujuan dari peta kontrol. Peta kontrol dapat diklasifikasikan kedalam dua tipe umum, yaitu peta kontrol variabel dan peta kontrol atribut. Peta kontrol yang digunakan dalam penelitian ini hanya peta kontrol variabel.

- Peta Kontrol Variabel

Peta kontrol variabel memberikan jauh lebih banyak informasi yang bermanfaat tentang penampilan proses dari pada peta kontrol atribut. Informasi tertentu tentang mean variabilitas proses dapat diperoleh secara langsung. Demikian pula titik jatuh lebih banyak informasi yang diberikan relatif terhadap penyebab. Pemeriksaan kualitas dengan peta kontrol variabel didasarkan pengamatan yang lebih dari satu, misalnya berat, isi atau volume, ketebalan, ketipisan dan lain sebagainya.

Yang termasuk dalam peta kontrol variabel adalah :

a. Peta kontrol R

Peta kontrol R digunakan untuk mengontrol dispersi atau pemencaran proses dan mengontrol variabilitas proses di dalam sampel (variabilitas proses dalam waktu tertentu).

b. Peta kontrol \bar{X}

Peta kontrol \bar{X} digunakan untuk mengontrol rata-rata proses dan variabilitas diantara sampel (variabilitas dalam proses seluruh waktu). Jumlah n dalam subgrup harus konstan.

2.5.2 Pembuatan Peta Kontrol

Langkah-langkah pembuatan peta kontrol secara umum adalah :

1. Memilih ciri-ciri yang dipetakan.

Untuk menentukan hal ini, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Prioritas diberikan pada ciri-ciri yang mempengaruhi cacat. Hal ini mungkin terdapat pada bahan mentah, barang setengah jadi, atau barang jadi.
- b. Memilih macam data yang diperlukan, misalnya data atribut untuk barang cacat atau data variabel untuk menyatakan besaran yang diukur.

2. Memilih macam atau jenis peta kontrol.

3. Menentukan subgrup

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian subgrup adalah :

a. Lot sebagai sumber dari subgrup

Pemilihan lot sangat penting dalam penentuan keragaman proses. Keragaman dalam lot harus sekecil mungkin, agar keragaman proses karena penyebab yang dapat dihindarkan, cepat terlihat dalam peta kontrol. Oleh sebab itu lot dibuat dalam kondisi yang sama.

b. Frekuensi subgrup

Pengambilan keputusan terhadap frekuensi subgrup harus didasarkan keseimbangan antara biaya dengan nilai data yang didapat. Desain peta kontrol yang lebih ekonomis adalah mengambil subgrup kecil tetapi sering dari pada subgrup besar tetapi jarang.

c. Ukuran subgrup

Ukuran subgrup menentukan besarnya batas kontrol. Semakin banyak panjang interval dalam subgrup akan semakin mudah menyidik pergeseran dalam proses.

d. Menghitung batas kontrol

2.5.3 Pembuatan Peta Kontrol \bar{X} dan R

Peta kontrol \bar{X} dan R adalah peta kontrol yang menunjukkan nilai rata-rata (\bar{X}) dan kisaran atau rentang (R). Peta kontrol ini berguna untuk menunjukkan pengubahan dalam nilai rata-rata dan dispersi proses pada saat yang sama, membuatnya sebagai metode yang sangat efektif untuk memeriksa ketidaknormalan dalam proses.

Adapun langkah-langkah untuk membuat peta kontrol \bar{X} dan R adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data.
2. Memasukkan data ke dalam subgrup

Subgrup sesuai dengan urutan lot dan masing-masing harus terdiri dari 2 sampai 5 sampel. Data tersebut harus dibagi ke dalam subgrup dengan kondisi bahwa data yang didapat dengan kondisi teknik yang sama. Untuk alasan ini, data biasanya dibagi atau dikelompokkan ke dalam subgrup berdasarkan lot/waktu (tanggal, waktu, hari) dan seterusnya. Jumlah sampel dalam sebuah subgrup menentukan ukuran subgrup dan digambarkan oleh k.

3. Mencatat pada lembaran data.

Lembaran data harus didesain sehingga memudahkan untuk menghitung nilai \bar{X} dan R setiap subgrup.

4. Menghitung nilai rata-rata (\bar{X})

Nilai rata-rata dihitung sampai ketelitian satu desimal lebih banyak dari nilai pengukuran asal. Rumus yang digunakan (untuk setiap subgrup) adalah :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

\bar{X} = rata-rata subgrup

$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$ = sampel per subgrup

n = ukuran sampel per subgrup

5. Menghitung nilai rentang (R)

Rumus yang digunakan (untuk setiap subgrup) :

$$R = X_{(\text{nilai terbesar})} - X_{(\text{nilai terkecil})}$$

6. Menghitung nilai standart deviasi (σ)

Rumus yang digunakan adalah :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.2)$$

7. Menghitung nilai rata-rata keseluruhan ($\bar{\bar{X}}$)

Total nilai rata-rata ($\bar{\bar{X}}$) untuk subgrup dan dibagi dengan jumlah subgrup (k) :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{k} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$\bar{\bar{X}}$ = rata-rata dari keseluruhan rata-rata subgrup

$\sum \bar{X}$ = jumlah rata-rata sampel per subgrup

k = banyaknya pengamatan

8. Menghitung nilai rata-rata rentang (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{k} \quad (2.4)$$

Keterangan :

\bar{R} = rata-rata rentang

R = rentang per subgrup

k = banyaknya pengamatan

9. Menghitung garis batas kendali

- Untuk peta kontrol \bar{X}

$$\text{Garis tengah (CL)} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{Batas Kendali Atas (UCL)} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} \quad (2.5)$$

$$\text{Batas Kendali Bawah (LCL)} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} \quad (2.6)$$

- Untuk peta kontrol R

$$\text{Garis tengah (CL)} = \bar{R}$$

$$\text{Batas Kendali Atas (UCL)} = D_4 \cdot \bar{R} \quad (2.7)$$

$$\text{Batas Kendali Bawah (LCL)} = D_3 \cdot \bar{R} \quad (2.8)$$

10. Membuat dan menyusun peta kontrol untuk \bar{X} dan R.
11. Mengelompokkan nilai \bar{X} dan R untuk setiap subgrup pada garis vertikal yang sama.
12. Tuliskan informasi yang diperlukan pada peta kontrol dan memberikan kesimpulan pada peta kontrol.

2.6 Diagram Pareto

Dinamakan diagram Pareto sesuai dengan penemunya seorang bangsa Italia Wilfredo Pareto tahun 1897. Dalam diagram Pareto dikenal istilah “ VITAL FEW – TRIVIAL MANY “, yang artinya sedikit tapi vital atau sangat penting, banyak tetapi kurang vital atau hasilnya kurang penting (sedikit). Hal ini banyak sesuai dengan kejadian sehari-hari yang menunjukkan bahwa dalam banyak hal, permasalahan atau kerugian yang besar biasanya disebabkan oleh hal-hal atau sebab yang jumlahnya sedikit. Dengan demikian, timbul permasalahan lebih baik mengerjakan yang sedikit tetapi bermanfaat besar daripada mengerjakan banyak hal tapi hasilnya sedikit.

Tipe – tipe Diagram Pareto (Kuswadi dan Erna Mutiara,2004:49) :

a. Diagram Pareto yang menunjukkan akibat suatu masalah :

- Kualitas : jumlah kerusakan, cacat, kesalahan, keluhan, perbaikan.
- Biaya : Jumlah kerugian, pemborosan biaya, biaya stock.
- Pengiriman : Keterlambatan pengiriman.
- Metode : Jumlah kecelakaan kerja.

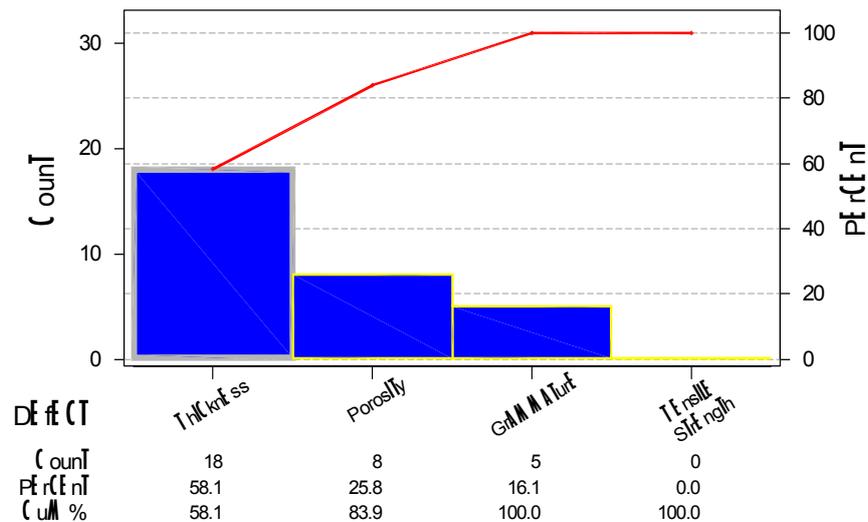
b. Diagram Pareto yang menunjukkan penyebab-penyebab suatu masalah :

- Operator : Giliran kerja, kelompok kerja, ketrampilan.
- Mesin : Perlengkapan, peralatan.
- Bahan baku : Jenis bahan baku, produsen.
- Metode kerja : Kondisi kerja, order kerja.

Langkah Pembuatan Diagram Pareto (Besterfield,1994:15):

- Menentukan metode untuk mengklasifikasikan data : berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidakseragaman dll.
- Pastikan apakah tabel frekuensi paling bagus untuk mengurutkan karakteristik data.

- Kumpulkan data untuk membuat sebuah interval (jarak) waktu.
- Masukkan semua data dan urutkan kategori yang diminta mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil.
- Hitung prosentase kumulatif jika digunakan.
- Buat diagram dan temukan yang sedikit tapi mengakibatkan hal yang vital.



Gambar 2.9 Contoh Diagram Pareto

2.7 Diagram Sebab Akibat (Cause-Effect Diagram)

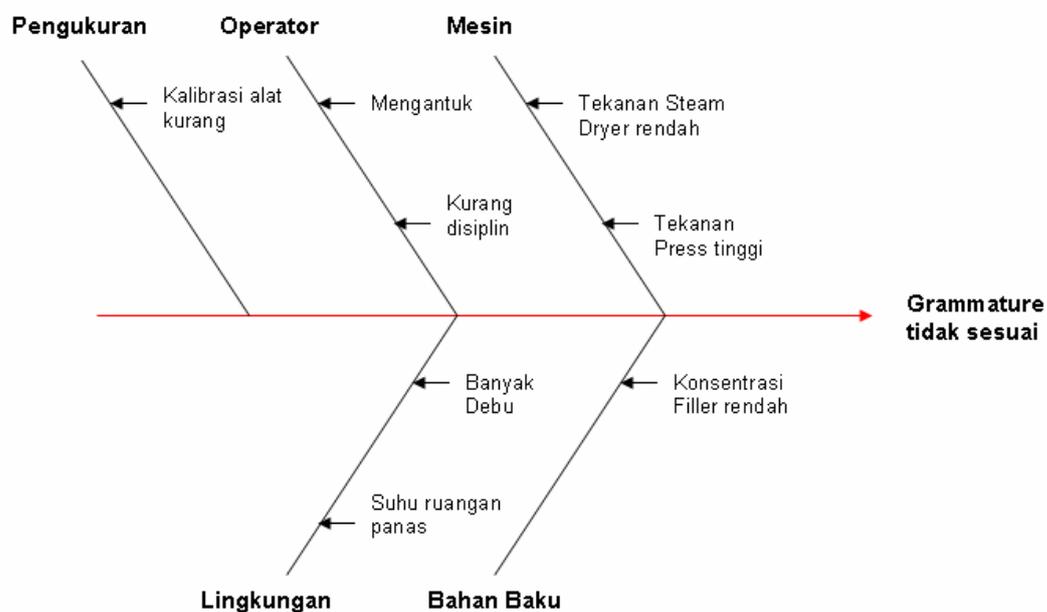
Diagram ini disebut juga Diagram Tulang Ikan karena bentuknya yang mirip dengan tulang ikan (*Fishbone*). Diagram ini sering disebut juga Diagram Ishikawa, sesuai dengan penemunya yaitu, Prof. Kauru Ishikawa dari Jepang tahun 1943. Pembuatan ini bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang mungkin menjadi penyebab dari suatu masalah atau penyimpangan (sebagai akibat dari sebab-sebab tersebut diatas). Dengan diketahui hubungan antara sebab dan akibat dari suatu masalah, maka tindakan pemecahan masalah akan mudah ditentukan. Pembuatan diagram ini melalui teknik sumbang saran, sedangkan penentuan masalah dapat dilakukan melalui analisis pareto, histogram atau peta kendali. Dalam pembuatan Diagram Tulang Ikan, akibat atau permasalahan digambarkan dalam bagian kepala Ikan, sedangkan faktor-faktor penyebabnya diletakkan sebagai tulang Ikan. Pertama, permasalahan biasanya digolongkan menjadi beberapa golongan besar, kemudian penjabaran selanjutnya yang lebih terperinci dapat dibuat dengan mengajukan pertanyaan

“mengapa” secara terus menerus. Penggolongan dalam garis besar faktor-faktor penyebab dimaksud biasanya dibagi atas (Kuswadi dan Erna Mutiara, 2004:80) :

1. Bahan (*Material*)
2. Mesin (*Machine*)
3. Manusia (*Man*)
4. Cara (*Method*)
5. Pengukuran (*Measurement*)
6. Lingkungan (*Environment*)

Langkah – langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat secara keseluruhan adalah:

1. Tentukan karakteristik mutu yang akan dicari faktor-faktor penyebabnya.
2. Gambarkan faktor-faktor utama penyebab ketidaksesuaian dengan menggambarkan garis panah menuju garis utama.
3. Dari faktor-faktor utama dicari sub faktor yang menyebabkan cacat. Sub faktor ini digabungkan pada faktor utama yang berkaitan dengan faktor tersebut.



Gambar 2.10 Contoh Diagram *Fishbone*

2.8 Tes Kecukupan Data

Aktivitas pengukuran pada dasarnya adalah merupakan proses sampling. Semakin kecil variasi atau perbedaan data yang ada, jumlah pengukuran atau pengamatan yang harus dilakukan juga akan lebih kecil sebaliknya semakin besar variabilitas dari data waktu

pengukuran akan menyebabkan siklus kerja yang diamati juga semakin besar sehingga juga akan diperoleh tingkat ketelitian yang akan dikehendaki. Untuk menetapkan berapa jumlah observasi yang harus dibuat (N') maka disini harus diputuskan lebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (*Confident level*) dan derajat ketelitian (*Degree of Accuracy*) untuk pengukuran kerja ini.

Tingkat ketelitian (*Degree of Accuracy*) menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedangkan tingkat keyakinan (*Confident level*) adalah menunjukkan besarnya keyakinan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian. Atau dengan bahasa yang lebih mudah dipahami bahwa, tingkat ketelitian adalah tingkat/derajat dimana batas-batas yang digunakan dapat diijinkan untuk diterima/ditoleransi. Sedangkan tingkat kepercayaan merupakan tingkat/derajat dimana data yang diperoleh diyakini berasal dari populasi yang sama

Dengan mengetahui tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang sesuai, maka dapat ditetapkan jumlah data yang seharusnya dibuat (N') dengan menggunakan rumus test kecukupan data sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum X^2)} - (\sum X)^2}{\sum X} \right]^2 \quad (2.12)$$

Keterangan :

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

N = Pengamatan pendahuluan

$\sum X$ = Jumlah semua data

k = Tingkat kepercayaan

s = Tingkat ketelitian

Tabel 2.1 Tabel Nilai Kritis (Z_c)

Tingkat kepercayaan	99	98	96	95	90	80	68	50
k	2,58	2,33	2,05	1,96	1,645	1,28	1,00	0,6745

Sumber. Murray R. Spiegel, Phd, 1994, 211

Jika $N' < N$ maka pengamatan dianggap cukup

Jika $N' > N$ maka pengamatan dianggap kurang dan perlu ditambah

Menghitung tingkat ketelitian (S):

$$S = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \times 100\% \quad ; \sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dimana :

S = Tingkat ketelitian

σ = Standart deviasi

\bar{X} = Rata-rata dari keseluruhan rata-rata subgrup

Menghitung tingkat kepercayaan (CL) :

$$CL = 100\% - S$$

2.9 Analisa Kemampuan Proses

Analisa kemampuan proses adalah bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan kualitas, satu hal yang penting dari statistik bahwa didalam penggunaan tipe penendalian proses variabel, kita mempunyai kemampuan proses yang ditentukan dengan 6σ . Definisi kemampuan proses menurut Montgomery (1990:328) adalah “Suatu studi keteknikan guna menaksir kemampuan proses”. Pentingnya 6σ untuk kemampuan proses adalah untuk menunjukkan secara cepat beberapa penyebaran (*spread*) total dari produk yang dibuat. Tujuannya adalah untuk menganalisa apakah suatu proses sesuai dengan batas-batas spesifikasi yang telah ditentukan dengan menggunakan kemampuan proses.

Analisa kemampuan proses mempunyai beberapa kegunaan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Memperkirakan seberapa baik proses akan memenuhi toleransi.
2. Membantu pengembang/perancang prosuk dalam memilih atau mengubah proses.
3. Membantu dalam pembentukan interval untuk pengendalian interval antara pengambilan sampel.
4. Menetapkan persyaratan penampilan bagi alat baru.
5. Merencanakan urutan proses produksi apabila ada pengaruh interaktif proses pada toleransi.
6. Mengurangi variabilitas dalam proses produksi.

Rumus yang digunakan dalam menghitung kemampuan proses adalah sebagai berikut (Ariani,2004:183) :

- a. Kemampuan proses

$$C_p = \frac{(USL - LSL)}{6 \frac{\bar{R}}{d_2}} \quad (2.13)$$

keterangan :

- C_p = Kemampuan proses
- USL = Batas spesifikasi atas
- LSL = Batas spesifikasi bawah
- \bar{R} = Rata-rata rentang
- d_2 = dari tabel lampiran 1

b. Batas spesifikasi bawah untuk kemampuan proses

$$CPL = \frac{(\bar{X} - LSL)}{3 \frac{\bar{R}}{d_2}} \quad (2.14)$$

keterangan :

- CPL = Batas spesifikasi bawah untuk kemampuan proses
- \bar{X} = Rata-rata dari keseluruhan rata-rata sampel
- LSL = Batas spesifikasi bawah
- \bar{R} = Rata-rata rentang
- d_2 = dari tabel lampiran 1

c. Batas spesifikasi atas untuk kemampuan proses

$$CPU = \frac{(USL - \bar{X})}{3 \frac{\bar{R}}{d_2}} \quad (2.15)$$

keterangan :

- CPL = Batas spesifikasi bawah untuk kemampuan proses
- \bar{X} = Rata-rata dari keseluruhan rata-rata sampel
- LSL = Batas spesifikasi bawah
- \bar{R} = Rata-rata rentang
- d_2 = dari tabel lampiran

keterangan :

- CPU = Batas spesifikasi atas untuk kemampuan proses

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata dari keseluruhan rata-rata sampel

USL = Batas spesifikasi atas

\bar{R} = Rata-rata rentang

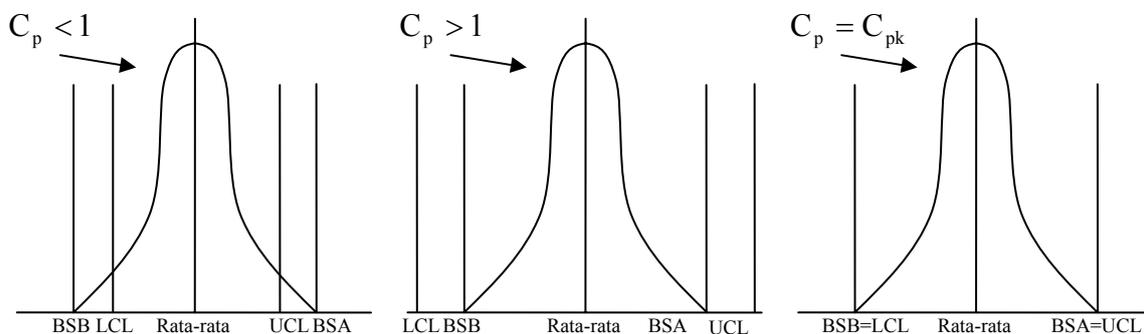
d_2 = dari tabel lampiran 1

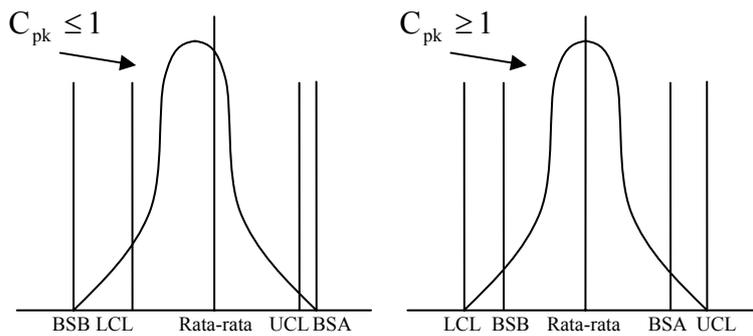
Berikut penjelasan nilai kapabilitas proses (C_p) proses :

1. Bila $C_p < 1$, proses cenderung menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi
2. Bila $C_p = 1$ artinya proses akan menghasilkan produk cacat ± 27000 unit dari 1.000.000 unit yang dihasilkan.
3. Bila $C_p > 1$, artinya proses cenderung menghasilkan produk tidak cacat /sesuai spesifikasi.

Nilai kapabilitas proses diatas digunakan untuk mengukur kapabilitas potensial proses sedangkan untuk mengukur kapabilitas aktual nilai C_{pk} yang dirumuskan dengan nilai C_{pu} atau C_{pl} terkecil. Beberapa keterangan berkenaan C_p dan C_{pk} .

- o $C_p = C_{pk}$ ketika proses senter
- o Nilai C_{pk} selalu kurang dari atau sama dengan C_p
- o Nilai $C_{pk} \geq 1$ mengindikasikan bahwa proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi
- o Nilai $C_{pk} \leq 1$ mengindikasikan bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
- o Nilai C_{pk} sama dengan 0 adalah menghasilkan mengindikasikan bahwa rata-rata proses sama dengan salah satu batas spesifikasi.
- o Nilai C_{pk} negatif mengindikasikan bahwa rata-rata proses berada diluar spesifikasi.





Gambar 2.11 Jarak spesifikasi 6σ , $C_p < 1$, $C_p > 1$, $C_p = C_{pk}$, $C_{pk} \leq 1$, dan $C_{pk} \geq 1$

2.10 Aplikasi Program Komputer

Program komputer yang akan digunakan sebagai alat pemecahan masalah selain hitungan manual yaitu dengan memakai *Microsoft Excel* untuk mengolah data mentah menjadi data jadi dan *Minitab 2001 versi 13* untuk memecahkan masalah dibidang statistik dengan pemahaman yang mudah termasuk didalamnya mengenai *quality control*.

2.11 Penerimaan Sampel

Penerimaan Sampel merupakan suatu prosedur pemeriksaan atas hasil pemeriksaan suatu sampel yang diambil dari suatu lot untuk menentukan apakah lot itu diterima atau ditolak. Kualitas suatu lot akan mencerminkan kualitas isinya. Teknik sampling penerimaan pertama kali diperkenalkan oleh Harold F.Dodge (1893-1976) yang bekerja pada bagian riset pada teknik sampling penerimaan di Bell Telephone Laboratories pada tahun yang sama penerapan peta kontrol pada perusahaan yang sama.

Ada tiga aspek dari sampling yang penting :

1. Adanya tujuan dari sampling penerimaan untuk memvonis suatu lot, bukan memperkirakan kualitas lot. Sebagian besar perencanaan sampling penerimaan tidak dibuat untuk memperkirakan hal itu.
2. Sampling penerimaan tidak memberikan suatu bentuk langsung mengenai pengendalian kualitas. Sampling penerimaan hanya menerima dan menolak lot. Walaupun jika semua lot kualitasnya sama, sampling akan menerima beberapa lot dan menolak yang lain. Lot yang diterima belum tentu lebih baik daripada yang ditolak. Pengendalian proses digunakan untuk mengendalikannya dan secara sistematis akan memperbaiki kualitas.

3. Penggunaan yang paling efektif dari sampling penerimaan adalah tidak untuk “ memeriksa kualitas dalam produk “ , tetapi lebih merupakan suatu alat untuk memastikan bahwa output yang dihasilkan proses sesuai dengan permintaan.

Secara umum, ada tiga pendekatan yang digunakan untuk memvonis dari lot

1. Menerima dengan tanpa pemeriksaan.
2. 100% pemeriksaan, maksudnya memeriksa setiap item yang ada dalam lot, mengumpulkan semua yang cacat (cacat dapat dikembalikan kepada produsen untuk dikerjakan kembali, digantikan dengan item yang lebih bagus, atau dibuang)
3. Dengan sampling penerimaan.

Ada 2 jenis kesalahan yang dapat terjadi, jika digunakan sampel penerimaan yaitu :

1. Menolak lot yang seharusnya diterima, hal ini yang dinamakan resiko produsen.
2. Menerima lot yang seharusnya ditolak, hal ini yang disebut resiko konsumen.

Keuntungan dan kerugian dari penggunaan Metode sampling (Montgomery, 1994:553), Ketika metode sampling penerimaan dibedakan dengan cara 100% inspeksi, keuntungannya yaitu :

1. Biayanya lebih murah karena pemeriksaannya lebih sedikit.
2. Mengurangi kerusakan terhadap produk yang diperiksa
3. Lebih cocok untuk pemeriksaan yang bersifat merusak.
4. Lebih sedikit karyawan yang dilibatkan dalam kegiatan pemeriksaan.
5. Lebih nyata dapat mengurangi jumlah kesalahan dalam pemeriksaan
6. Penolakan terhadap lot yang ditolak dengan mengembalikan beberapa produk yang cacat dapat memberikan motivasi bagi produsen untuk meningkatkan kualitasnya.

Namun demikian, metode sampling penerimaan juga mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya :

1. Adanya resiko untuk menerima lot yang “buruk” dan menolak lot yang “bagus”
2. Informasi lebih sedikit yang diterima mengenai produk atau mengenai proses yang menghasilkan produk.
3. Metode ini membutuhkan perencanaan dan dokumentasi dari prosedur sampling penerimaan, sedangkan pemeriksaan 100% tidak ada.
4. Tidak ada jaminan bahwa seluruh lot memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

Jenis-jenis penerimaan sampel berdasarkan pada teknik pengambilan sampelnya yaitu :

1. Perencanaan *sampling* tunggal

Perencanaan sampel tunggal adalah prosedur untuk melakukan lot (unit sampel) dari sampel yang dipilih secara acak dan lot tersebut dinyatakan dalam angka numerik. Jika pada lot tersebut terdapat sedikit data yang cacat maka lot diterima dan jika terdapat banyak cacat maka lot tersebut ditolak.

2. Perencanaan *sampling* ganda

Perencanaan *sampling* ganda adalah prosedur untuk menentukan lot yang dibuat berdasarkan informasi pengambilan sampel awal dapat diterima, tolak atau mengambil sampel yang kedua. Jika sampel yang kedua diambil, maka informasi dari sampel yang pertama dan kedua digabungkan untuk mencapai satu keputusan apakah menerima atau menolak lot.

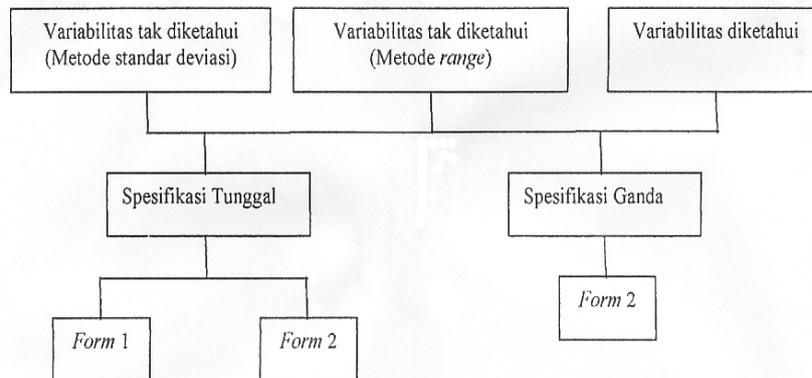
3. Perencanaan *sampling* banyak

Perencanaan *sampling* banyak adalah pengembangan dari *sampling* ganda dan dilakukan dengan penambahan sampel.

2.12 *Military Standard 414*

Military Standard adalah perencanaan *sampling* penerimaan variabel lot demi lot. Standar ini diperkenalkan pada tahun 1957. Pada tahun 1980 dilakukan modifikasi terhadap *Military Standard 414* ini oleh American Society for Quality Control (ASQC) sehingga metode ini menjadi lebih mirip dengan metode *sampling* penerimaan lain yaitu *Military Standard 105D*. Titik utama dari standar ini adalah adanya Tingkat Kualitas yang Diterima (*Acceptance Quality Level*) yang nilainya antara 0,04% - 15%. Ketentuan pemeriksaannya dibuat normal, ketat, dan pemeriksaan berkurang. Ukuran sampel menjadi suatu fungsi dari ukuran lot dan tingkat pemeriksaan. Standar ini mengasumsikan sebuah distribusi normal dari variabel yang acak. Standar ini membuat suatu ketentuan terhadap sembilan prosedur perbedaan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi sebuah lot apakah diterima atau ditolak. Jika sebuah variabilitas (σ) dari proses diketahui dan bersifat stabil maka penggunaan metode pemeriksaan variabilitas diketahui lebih ekonomis. Ketika variabilitas tidak diketahui, maka metode standar deviasi atau metode *range* yang digunakan. Karena metode *range* membutuhkan suatu ukuran sampel yang besar, maka penggunaan metode standar deviasi yang direkomendasikan. Ada dua jenis spesifikasi-spesifikasi tunggal dan ganda. Ada dua alternatif prosedur, form 1 dan form 2 tersedia dan mengarahkan kepada keputusan terima atau tolak yang sama. *Military Standard* dibagi menjadi 4 bagian. Bagian I terdiri dari gambaran umum, kode ukuran sampel dan kurva OC untuk pemeriksaan *sampling*. Bagian II terdiri dari prosedur dan contoh untuk

variabilitas yang tidak diketahui-Metode standar deviasi. Bagian III terdiri dari prosedur dan contoh untuk variabilitas yang tidak diketahui-Metode *range* dan bagian IV berisi tentang prosedur dan contoh untuk variabilitas yang diketahui.



Gambar 2.12 Komposisi MIL-STD-414

Sumber. Besterfield, 1994:372

2.12.1 Variabilitas Tidak diketahui

Seperti yang sudah diterangkan sebelumnya untuk rancangan variabilitas tidak diketahui terdapat dua metode pengerjaan yaitu dengan menggunakan metode standar deviasi dan metode range. Pada masing-masing metode pengerjaan dibagi atas batas spesifikasi tunggal dan ganda. Pada batas spesifikasi tunggal, form 1 (metode K) atau form 2 (metode M) dapat digunakan. Jika terdapat batas spesifikasi ganda, harus digunakan form 2 (metode M).

2.12.2 Metode Standar deviasi

Metode standar deviasi dapat diterapkan dengan batas spesifikasi tunggal baik spesifikasi batas atas (U) maupun batas spesifikasi bawah (L), atau dengan batas spesifikasi ganda.

Pada batas spesifikasi tunggal disediakan dua bentuk perhitungan yaitu : form 1 (metode K) dan form 2 (metode M). Sedangkan untuk spesifikasi ganda hanya disediakan untuk bentuk perhitungan form 2 (metode M), perbedaan kedua ini hanya terletak pada perhitungannya.

- Prosedur perhitungan metode standar deviasi pada batas spesifikasi tunggal adalah sebagai berikut:
 1. Form 1 (metode K)

a. Indeks kualitas atas (U)

$$Q_u = \left[\frac{U - \bar{X}}{S} \right]$$

Indeks kualitas bawah (L)

$$Q_l = \left[\frac{\bar{X} - L}{S} \right]$$

Rumusan S dapat dilihat pada persamaan

Keterangan :

S = Standar deviasi sampel

\bar{X} = Rata-rata sampel pengamatan

U = Batas spesifikasi atas

L = Batas spesifikasi bawah

b. *Acceptance Constant* (k)

Harga k diperoleh dari lampiran 4

c. Kriteria Penerimaan

Untuk menerima suatu lot adalah dengan membandingkan hasil perhitungan batas atas dan bawah dengan *Acceptance constant*. Kriteria penerimaan dinyatakan sebagai : jika $Q_l \geq k$ atau $Q_u \geq k$, maka lot diterima.

2. Form 2 (metode M)

a. Indeks kualitas atas (U) menggunakan persamaan 2-14a

$$Q_u = \left[\frac{U - \bar{X}}{S} \right]$$

Indek kualitas bawah (L) menggunakan persamaan 2-14b

$$Q_l = \left[\frac{\bar{X} - L}{S} \right]$$

b. Dugaan persen cacat lot (P)

Berdasarkan nilai Q_u dan Q_l didapatkan nilai P_u untuk Q_u dan nilai P_L untuk Q_L pada tabel B-5.

c. Maksimum persen cacat yang dapat diterima (M) harga M dapat dilihat pada tabel B-3

d. Kriteria penerimaan

- Prosedur perhitungan metode standar deviasi pada batas spesifikasi ganda

1. Form 2 (Metode M)

- a. Indeks kualitas atas (U) menggunakan persamaan 2-14a

$$Q_U = \left[\frac{U - \bar{X}}{S} \right]$$

- Indeks kualitas bawah (L) menggunakan persamaan 2-14b

$$Q_L = \left[\frac{\bar{X} - L}{S} \right]$$

- b. Dugaan persen cacat lot (P)

Dugaan persen cacat lot (P) dapat didefinisikan sbb:

$$P = P_U + P_L$$

Dimana harga P_U dan P_L dapat dilihat di tabel lampiran 7

- c. Maksimum persen cacat yang dapat diterima (M). Harga M dapat dilihat di tabel lampiran 6.
- d. Kriteria Penerimaan

Untuk memvonis suatu lot apakah dapat diterima atau ditolak adalah dengan membandingkan dugaan persen cacat lot dengan maksimum cacat lot yang diterima. Lot diterima jika dugaan persen cacat lebih kecil atau sama dengan maksimum persen cacat lot yang diterima ($P_U + P_L \leq M$).

2.12.3 Jenis – jenis pemeriksaan pada MIL-STD-414

Pada MIL-STD 414 terdapat tiga macam pemeriksaan yang sering digunakan, yaitu pemeriksaan normal, ketat dan longgar. Sistem penerimaan dan penolakan dengan menggunakan ketiga pemeriksaan diatas mempunyai prosedur perpindahan tertentu yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Normal ke ketat

Perkiraan rata-rata proses pada suatu saat tertentu adalah perkiraan persen kecacatan lot yang dihitung dari hasil pemeriksaan sampel yang telah dilakukan terlebih dahulu. Pemeriksaan diperketat akan dilakukan apabila perkiraan rata-rata proses lebih besar daripada AQL dan jumlah lot dengan rata-rata proses yang lebih besar dari AQL tidak lebih dari jumlah lot pada tabel T. Harga T ini tergantung pada ukuran sampel dan AQL.

2. Ketat ke normal

Apabila inspeksi diperketat sedang dilakukan maka dapat berpindah ke inspeksi normal, bila rata-rata prosesnya lebih kecil dari AQL.

3. Normal ke longgar

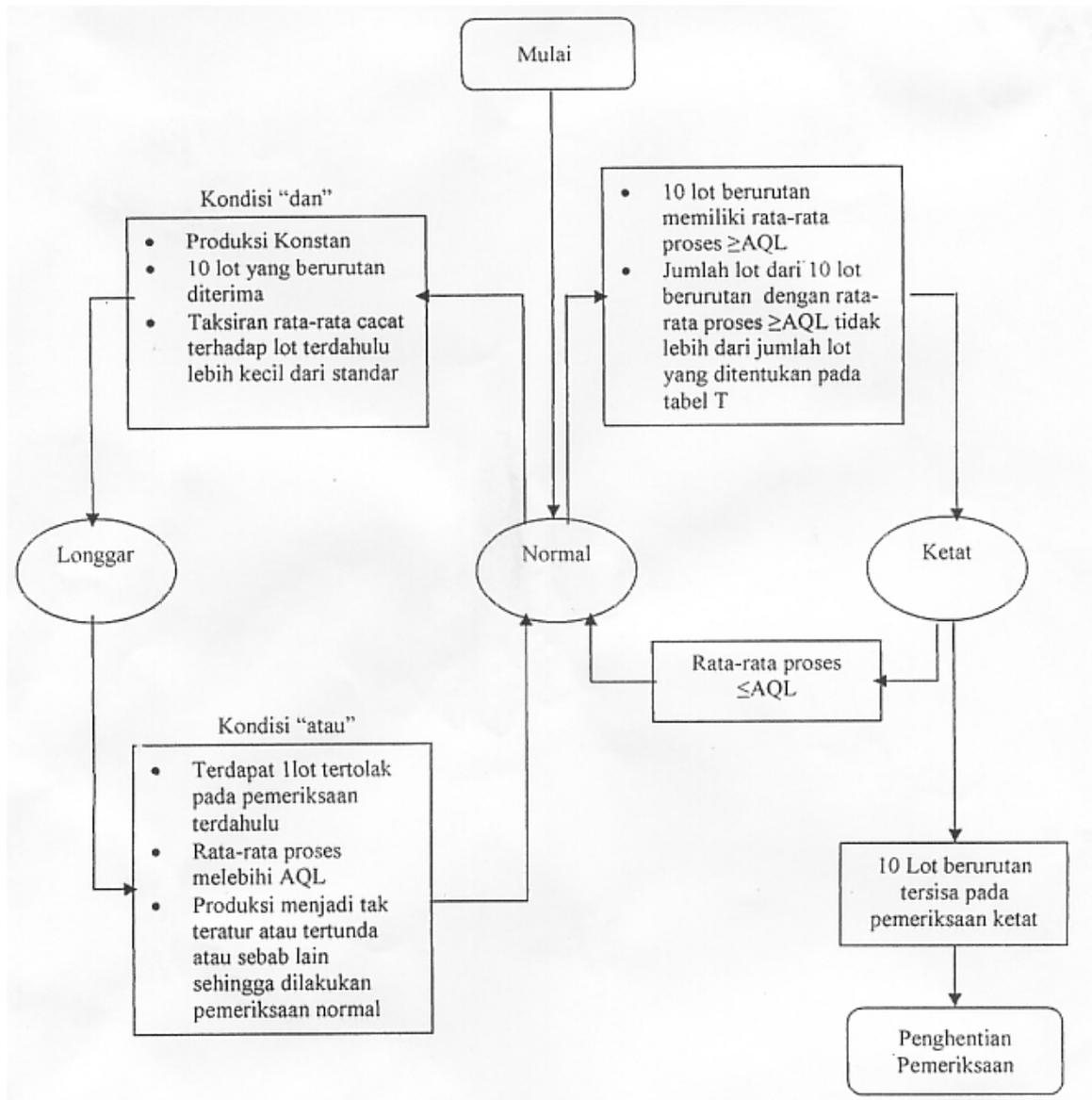
Apabila pemeriksaan normal sedang berjalan pada awal aktivitas pemeriksaan, jenis pemeriksaan tersebut dapat berpindah ke tereduksi bila memenuhi syarat sbb:

- a. Produksi pada tingkat tetap
- b. 10 lot terdahulu berturut-turut dalam pemeriksaan normal semuanya diterima.
- c. Taksiran rata-rata jumlah produk cacat dalam lot terdahulu lebih kecil dari batas spesifikasi bawah yang dipergunakan sebagai standar.

4. Longgar ke normal

Apabila pemeriksaan reduksi sedang dilakukan dan pemeriksaan normal akan ditetapkan dengan syarat :

- a. Bilamana terdapat 1 lot yang sudah ditentukan sebelumnya ditolak.
- b. Rata-rata proses melebihi AQL
- c. Produksi menjadi tidak teratur atau tertunda atau ada sebab lainnya sehingga dilakukan pemeriksaan normal.



Gambar 2.13 Prosedur peralihan pemeriksaan MIL-STD 414

Sumber. Muid, 2004:36

2.13 Teknik Pengendalian Kualitas dan Sampling Penerimaan.

Terdapat dua perbedaan besar antara teknik pengendalian kualitas dengan sampling penerimaan. Pada teknik pengendalian kualitas, peta kontrol digunakan untuk membuat suatu keputusan pengendalian dan perbaikan proses, dan tindakan diambil pada proses untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan baik. Sebaliknya, pada sampling penerimaan digunakan untuk membuat keputusan dari suatu produk dalam suatu lot, dan tindakan diambil pada lot yang dihasilkan di awal untuk memastikan kualitas produk yang dikeluarkan. Secara ideal dengan teknik pengendalian kualitas tidak akan ada cacat produk yang akan dibuat dan sampling penerimaan tidak diperlukan, namun dalam prakteknya

semua proses mempunyai beberapa resiko kegagalan dan oleh sebab itu prosedur penerimaan dan penolakan produk umumnya diperlukan.

Tabel 2.2 Perbedaan Peta kontrol dan Penerimaan Sampel

	Peta kontrol	Penerimaan Sampel
Keputusan	Atur/biarkan	Terima/tolak
Dilakukan Saat	Proses	Produk Akhir
Fokus	Produk yang akan datang	Produk lampau

Sumber. Dr. Wayne A. Taylor

2.14 Pembuatan Kertas Rokok

Proses pembuatan kertas rokok di PT. Surya Zig Zag terdiri dari :

1. Unit *Stock Preoperation*
2. Unit *Paper Machine*
3. Unit *Finishing*

2.14.1 Unit *Stock Preparation*

Dalam unit ini masing-masing pulp dibuat dulu menjadi buburan *pulp*. Caranya dengan mencampurkan *pulp* kering dengan air dalam *Hydro Pulper*. Setelah selesai *stock* dipompa masuk ke dalam *stock chest*, yaitu tempat penyimpanan sementara sebelum *stock direfining*. Disini dipisahkan untuk *Hardwood Pulp stock* dan *Softwood Pulp stock*. Masing-masing *stock chest* dilengkapi dengan agitator untuk mencegah pengendapan serat pulp ke dalam tangki.

Dari tangki *chest* dipompa ke unit *refining* dimana akan dilakukan penggilingan. Proses *refining* ini untuk memotong serat pada masing-masing *pulp*. Di dalam *refining* pendistribusian aliran *stock* ke dalam *refiner* diatur melalui *stiff box*. Ada 2 macam *refiner* yang digunakan, *Clafin Refiner* dan *Double Disc Refiner*.

Clafin Refiner berbentuk *conical* dengan sudut kemiringan yang besar. Pada stator dan rotornya terdapat pisau yang berfungsi memotong serat-serat. Jarak antara pisau-pisau itu dapat diatur untuk mendapatkan hasil *refiner* dengan derajat giling tertentu.

Double Disc Refiner (DDR) merupakan suatu *refiner* yang terdiri dari *disc-disc* yang isinya bersusun teratur yang tersusun sebagai 2 stator di kedua sisi rotor yang berputar. *Disc* tersebut berfungsi sebagai rotor yang beralur di kedua sisinya.

Secara umum dapat dikatakan bahwa *Clafin Refiner* cenderung melakukan *fiber cutting* sedangkan DDR cenderung melakukan fibilasi. Maksud dari *fiber cutting* disini

adalah pemendekan serat yang banyak mengandung selulosa karena mempunyai sifat yang keras, sedangkan yang dimaksud dengan fibilasi yaitu terjadinya pemecahan dinding primer sehingga serat fibril-fibrilnya timbul pada permukaan serat. Dengan terjadinya fibril-fibril tersebut maka permukaan serat akan luas dan mungkin terbentuknya serat yang kuat pada lembaran kertas.

Berdasarkan waktu penggilingan tidak memperbaiki sifat-sifat kertas sigaret secara keseluruhan. Adanya sifat-sifat tertentu yang justru berkurang dengan bertambahnya waktu penggilingan. Sifat-sifat kertas seperti ketahanan lipat, ketahanan tarik, dan ketahanan retak akan meningkat sementara ketahanan sobek dan opasitasnya akan berkurang.

Oleh karena itu selama proses *refining* perlu dilakukan pengujian derajat giling yang optimum untuk mendapatkan kertas dengan sifat yang menguntungkan, dapat dilakukan di laboratorium.

Pada *broke* setelah dibuat menjadi *broke stock* dalam *Broke Hidropulper* selanjutnya dipompa ke *Deflaker*. Di dalam *Deflaker*, *broke* mengalami pelepasan serat-serat yang tadinya sudah terjalin dalam bentuk kertas.

Selanjutnya *stock* dipompa masuk ke *mixing chest*. *Mixing* ini berupa tangki yang dilengkapi dengan pengaduk untuk campuran kedua jenis *pulp stock* dan *broke stock*. Komposisi campuran bervariasi tergantung jenis kertas sigaret yang diproduksi.

Proses pemasukan *pulp stock* dilakukan secara otomatis, setelah pencampuran *stock* selesai *stock* dipompa ke dalam *intermediate chest* yang merupakan tangki penyimpanan sementara hasil *bleasing* dari *mixing chest*.

2.14.2 Unit Paper Machine

Dari *stock chest*, *stock* dipompa ke *machine chest*. Dalam *machine chest* ada penambahan serat hasil pemekatan (*thickening*) *white water* dari *couch pit* dan *press pit chest* Untuk menghomogenkan, *stock* dipompa ke *conical refiner*. Dalam *conical refiner* ini, gumpalan-gumpalan serat yang ada di dalam *stock* dipecah lagi. *Stock* yang telah homogen keluar dari *conical refiner* mengalami penambahan bahan-bahan pembantu seperti *sizer* dan *retention aid*, kemudian *stock* dipompa oleh *fan pump* untuk dibersihkan di *cleaning section*. Pada *fan pump*, *stock* mengalami pengenceran oleh *white water* dari *silos pit*. Pengenceran *thick stock* menjadi *thin stock* ini dikendalikan oleh *control valve* yang dihubungkan dengan CRC (*Consistance Recorder Controller*) dan FIC (*Flow Indicator Controller*). Semua sistem tersebut merupakan bagian yang penting dalam pengenceran ini

karena dari *control valve* itulah dilakukan pengaturan grammature kertas sigaret yang akan dibuat.

Thin Stock selanjutnya akan dipompa oleh *Fan Pump* ke dalam *Centrifugal Cleaner*. Di dalam *Cetrifugal Cleaner*, *stock* dibersihkan dari kotoran seperti pasir dan partikel tanah. *Accept* (partikel serat yang kecil) dari *Centri Cleaner* masuk ke *Selectifier* untuk memisahkan *Stock* dari gumpalan-gumpalan serat yang berukuran besar. *Stock* yang masuk *Selectifier* oleh adanya perputaran kipas mengalami gaya centrifugal sehingga partikel-partikel serat menempel ke dinding *Screen*, sedangkan gumpalan-gumpalan yang besar bertahan di dinding *Screen* dikeluarkan sebagai *Reject*. *Accept* dari *Selectifier* masuk ke *Head Box*. *Head Box* yang digunakan adalah *Pressure 12 CD Head*, yaitu saluran *Head Box* yang bertekanan. Bagian bawahnya terdapat *Slice*, yaitu tempat *Stock* dipencarkan ke *Wire*. *Stock* dalam *Head Box* dengan ketinggian tertentu mendapat tekanan dari udara tekan sehingga terpecah ke *Wire* melalui *Slice*. Besar kecilnya bukaan *Slice* menentukan sifat produk kertas Sigaret seperti *Thickeness*, *grammature*. Dari pancaran melalui *Slice*, *Stock* akan jatuh pada permukaan *Wire*. Di atas *Stock* mengalami *drainage*. Pada peristiwa *drainage* ini diharapkan sebanyak mungkin serat dan filter yang tertahan di atas *wire*. Kecepatan *drainage* yang terlalu tinggi menyebabkan partikel yang halus dan filter lolos bersama air sehingga pembentukan lembaran tidak baik.

Kecepatan *drainage* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Komposisi dan derajat giling *Stock*
2. Suhu *Stock*
3. *Mest* dan ukuran *Wire*

Di atas *wire* juga terpasang *Dandy Roll* yang berfungsi untuk meratakan permukaan lembaran. Adanya tekanan pada *Dandy Roll* akan mempercepat *drainage* dan mengompakkan jalinan serat-serat. *Dandy Roll* dipasang di atas lembaran kertas yang terlalu basah maka formasi lembaran tersebut akan rusak oleh adanya tekanan dari *Dandy Roll*. Sebaiknya apabila lembaran kertas terlalu kering maka *Dandy Roll* tidak akan memberikan reaksi atau efek apapun. *Dandy Roll* ini dilengkapi dengan *Shower* air untuk membersihkan permukaannya dari serat-serat yang menempel dari talang pemanas untuk pengeringan permukaan air tersebut dari air *shower*. Selain itu ada sistem *injector* yang berfungsi mencegah muncratnya *stock* pada saat tersentuh *Dandy Roll* yang berputar. Air *drainage* yang keluar secara gravitasi masuk ke *Silo Pit* yang terletak di bawah *Wire*.

Serat-serat yang masih menempel pada *wire* setelah melalui *Wire Turning Roll* disemprotkan dengan *fresh water shower* sehingga *wire* bersih kembali dan serat-serat

yang terlepas ditampung di *couch pit*. Kemudian sebelum lembaran masuk ke dalam *press* dilakukan *trim* dengan menggunakan *trail cutter* untuk memotong pinggiran yang tidak rata pada pinggiran lembaran.

Hasil *trim* berupa pinggiran kertas basah dimasukkan *press pit* dengan bantuan *fresh water shower*. *White Water* dari *Couch pit* selanjutnya dipekatkan dalam *Thickener*. *Thickener* berbentuk silinder berdinding kasa yang berputar dengan posisi horizontal.

Keluar dari *Wire* lembaran mempunyai kadar air 90-92% masuk ke dalam bagian pengepresan. Pada bagian ini air pada lembaran di antara 2 *roll* yang berputar. Penekanan akan meningkatkan pengeluaran air dan menguatkan jalinan serat pada lembaran. Ada 3 *press* yang digunakan, yaitu *Pick Up Press* (*press* pertama), *Couch Press* (*press* kedua), dan *Marking Press* (*press* ketiga).

Press pertama dan kedua bertujuan untuk mengurangi kadar air yang berada dalam lembaran kertas yang berfungsi dengan cara mengatur tekanan pada roll-rollnya. Sedangkan *press* ketiga gunanya untuk memberikan *marking* searah silang pada jenis sigaret tertentu.

Pada saat pengepresan air yang keluar dari lembaran terserap ke dalam *felt*. Selain itu pula ada serat-serat yang menempel pada permukaan *felt*. Serat-serat ini bila tidak dibersihkan akan menyebabkan rusaknya formasi pada lembaran pada saat *pressing*. Untuk itu dilakukan pembersihan *felt* dengan menggunakan *fresh water shower*. Kemudian air pencuci bersama dengan serat-serat yang tersuspensi di dalamnya dihisap dengan *vacum* yang terpasang setelah *shower*. Air ini akhirnya dibuang ke dalam selokan.

Keluar dari bagian *pressing* lembaran kertas dengan kadar air 58-59% masuk ke bagian pengeringan. Proses pengeringan dilakukan dengan melewati lembaran kertas pada silinder-silinder pengering. Silinder-silinder ini dipanaskan secara internal menggunakan *steam* jenuh yang dihasilkan boiler pada unit *utility*.

Panas *steam* jenuh pada silinder pengering merambat sampai ke permukaan silinder. Udara panas ini mengalir ke lembaran kertas memanaskan air yang ada di dalamnya. Air tersebut akan menguap ke udara sekitarnya.

Untuk mencegah adanya kondensasi uap air yang merusak kertas dan alat-alat, maka pada *drying part* dipasang *hood*. *Hood* dilengkapi dengan *exhaust fan* yang berfungsi mengeluarkan udara panas dan lembab dari dalam *hood* tidak jenuh dengan uap air.

Drying part terbagi dalam 2 bagian, yaitu *predrying* yang terdiri dari 12 silinder, dipasang sebelum *size press* dan *post drying* yang terdiri dari 4 silinder yang dipasang setelah *press*.

Size press yang terpasang di antara dua bagian *size press* terdiri dari dua *roll* untuk mengepress lembaran yang sebelumnya telah disurface *sizing*. Bahan *surface sizer* setelah mengalami pemasakan di dapur disemprotkan lewat *shower*, lewat atas dan bawah lembaran. *Shower-shower* ini terletak tepat sebelum *roll size press* yang berputar. Tujuan pengepressan ini agar *surface sizer* benar-benar masuk ke pori-pori permukaan yang halus dan rata.

Surface sizer yang masuk ke *size press* berfungsi mengatur *combution rate* pada kertas sigaret. Sedangkan *surface sizer* berfungsi untuk memperbaiki kualitas permukaan kertas sigaret, yaitu kualitas cetak dan daya tahan terhadap penetrasi cairan. Setelah melalui bagian pengeringan kadar air kertas tinggal 4 – 6%.

Khusus untuk kertas jenis *tipping paper* dilewatkan pada *calender roll*. Tujuan *calendering* adalah menghaluskan permukaan kertas. Selain *tipping paper* kertas yang keluar dari bagian pengeringan kertas langsung digulung pada *pope reel*.

Sebelumnya kertas dideteksi dulu grammaturnya dan moisturenya dengan *scanner*. Hasil *scanning* kemudian dilaporkan ke pengawas dan digunakan untuk memperbaiki kualitas kertas yang sedang didetektor untuk mendeteksi adanya lubang pada kertas dengan menggunakan sinar infra merah.

2.14.3 Unit *Finishing*

Dalam bagian *finishing* kertas dipersiapkan dalam bentuk yang siap untuk dipasarkan. Adapun produksi kertas PT. Surya Zig Zag ini adalah :

1. *Cigarette Paper*
 - a. Jenis Verge
 - b. Jenis Repse
2. *Tipping*
 - a. *White Tipping*
 - b. *Yelow Tipping*
3. Plug Wrap

Ketiga jenis kertas tersebut juga mengalami penanganan yang berbeda pula.

Kertas dari *pope reel* digulung dalam bagian *rewinder*. Di *rewinder* kertas yang berlubang dibuang dan yang putus disambungkan. Selain kertas ditrim dan dipotong dalam ukuran tertentu, biasanya 50 cm; 70,5 cm; dan 160 cm untuk jenis kertas sigaret.

Dari *rewinder* kertas dibawa ke *slitter rewinder* untuk dipotong-potong sesuai dengan pesanan. Biasanya selebar 26,8 - 28 mm dan digulung dalam bobinet-bobinet.

Kertas yang digulung dalam bobinet ini dipasarkan untuk bahan baku rokok jenis sigaret kretek mesin. Sedangkan untuk sigaret kretek tangan, kertas dari *rewinder* masuk ke *sheeting line* untuk dipotong dalam bentuk sheet dengan ukuran ream yang berisi 600 *sheet*. Sedangkan bobinet-bobinet dikemas dalam dos atau palet yang berisi masing-masing 10 – 15 bobinet atau 120 bobinet.

Penyimpangan produksi dalam dos-dos dan *ream-ream* yang tersusun di atas pallet-pallet kayu yang masing-masing diberi *stripping brand* dengan warna tertentu untuk menandai jenis kertasnya.

Gudang yang digunakan sebagai tempat penyimpanan produk ini dijaga kebersihannya dan tidak boleh ada air. Selain dari itu juga tidak diperkenankan merokok mengingat sifat yang mudah terbakar.

Khusus untuk kertas sigaret jenis velin 22 dilakukan proses *embossing* terlebih dahulu sebelum masuk ke *slitter rewinder*. *Embossing* merupakan proses pemberian marking kertas yang sejajar dengan arah silang mesin.

Proses *embossing* dilakukan dengan melewati kertas sigaret diantara *roll* baja yang beralur dengan *roll* yang lunak dan *compressible* karena berlapis *cotton roll*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan untuk melakukan kegiatan ilmiah secara terencana, sistematis, terarah dan bertujuan untuk mengumpulkan data yang relevan guna memecahkan suatu permasalahan.

3.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif, yaitu metode yang menguraikan suatu keadaan atau hal sebagai gambaran tentang sesuatu yang sedang berlangsung mengenai unit tertentu yang hasilnya merupakan gambaran yang terorganisir mengenai unit tersebut, sehingga pada akhirnya bertujuan untuk mengadakan perbaikan terhadap suatu keadaan terdahulu. Berarti penelitian dilakukan dalam rangka untuk mencari dan mengumpulkan data guna menciptakan suatu gambaran fakta-fakta yang jelas tentang berbagai hal, situasi yang ada pada perusahaan, sehingga penelitian ini memberikan hasil yang memuaskan karena didalamnya digunakan suatu metode atau teknik tertentu serta data yang diperoleh juga memenuhi syarat aktual, obyektif, dan relevan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Survei Pendahuluan

Langkah awal penelitian yang perlu dilakukan adalah melakukan survei pendahuluan untuk mengumpulkan informasi dan untuk melihat segala kondisi perusahaan sebagai dasar penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan dalam survei ini antara lain :

- a. Mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di perusahaan saat ini.
- b. Melakukan wawancara dengan pimpinan staf perusahaan dan karyawan yang bersangkutan.

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan untuk mencari penyebab timbulnya masalah dan kemudian dicari solusi pemecahan masalahnya secara tepat untuk keluar dari masalah tersebut.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada, sehingga dapat mencari solusi pemecahannya.

4. Pengumpulan Data

Proses dari pengumpulan data yang akan dilakukan adalah data variabel, yaitu data yang berdasarkan karakteristik kualitas yang dinyatakan dalam bentuk angka (hasil pengukuran). Dalam hal ini adalah *grammature*, *tensile strength*, *porosity*, dan *thickness*.

5. Pengolahan dan analisa Data

- a. Menjabarkan karakteristik penyimpangan yang terjadi pada produk kertas.
- b. Melakukan pengolahan data dengan menggunakan peta kontrol \bar{X} dan R untuk data variabel.
- c. Membuat analisa kapabilitas proses.
- d. Melakukan pemeriksaan produk dengan *Military Standard 414*.
- e. Melakukan analisa dari hasil pengolahan data yang sudah ada.

6. Kesimpulan dan Saran

Setelah diperoleh pemecahan masalah maka langkah selanjutnya adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data dan memberikan saran-saran yang bermanfaat bagi perusahaan.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada kegiatan ini harus diketahui data-data yang diperlukan dan merupakan data-data aktual. Adapun data-data yang diperlukan untuk mendukung pemecahan masalah adalah data jumlah produk cacat (atribut) dan data variabel produk kertas.

Dalam pengumpulan data, digunakan beberapa metode untuk mengumpulkan data yang relevan dengan masalah yang diteliti. Adapun metode-metode yang dapat dipergunakan adalah *Field Research*.

Field research merupakan suatu cara penelitian yang dilakukan secara langsung dilapangan atau ditempat penelitian dilaksanakan. Teknik yang digunakan dalam metode *field research* ini adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Merupakan cara mengumpulkan data dengan mengamati secara langsung terhadap jalannya aktivitas-aktivitas dari objek yang diteliti. Hal ini dilakukan pada hasil produksi produk kertas. Untuk mengetahui produk cacat serta melakukan pengukuran *grammature*, *tensile strength*, *porosity*, dan *thickness* kertas pada proses produksi.

2. Wawancara

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengadakan wawancara langsung kepada pihak-pihak yang berkait dalam perusahaan. Yang membantu memberikan penjelasan tentang masalah yang diteliti.

3. Dokumentasi

Merupakan cara pengumpulan data yang ada dalam perusahaan yang berupa catatan-catatan atau arsip yang telah ada dan mencatat dari hasil pemeriksaan dan pengukuran pada produk sesuai dengan mutu yang diuji.

3.3 Fasilitas Penelitian

Untuk memperoleh data yang diperlukan, digunakan fasilitas pengambilan data yaitu dengan penelitian lapangan (*Field Research*).

Field Research adalah metode pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung ke lapangan dan objek yang akan diteliti. Dalam hal ini peneliti melakukan pengambilan sampel di lapangan untuk memperoleh data atribut dan data variabel dari produk kertas.

Berdasarkan sumber data, data dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

1. Data Primer

Data primer adalah yang diperoleh secara langsung dari sumbernya dan berhubungan dengan objek yang diteliti, kemudian diamati dan dicatat. Untuk mendapatkan data ini dilakukan pengamatan secara langsung pada PT.Surya Zig Zag Kediri.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang secara tidak langsung diusahakan langsung oleh peneliti. Data tersebut merupakan data yang diperoleh dari arsip (datanya merupakan data obyektif tentang catatan-catatan yang dimiliki oleh perusahaan). Disamping itu data yang diambil dari buku-buku literatur yang berkaitan dengan Pengendalian Kualitas Statistik.

3.4 Alokasi Waktu dan Tempat

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Waktu pengumpulan data

Pengambilan data dilaksanakan mulai tanggal 5 November 2006 sampai 30 November 2006, apabila terdapat kekurangan data atau data kurang jelas penulis dapat mengkonfirmasi ke perusahaan.

2. Tempat pengambilan data

Adapun tempat pengumpulan data atau tempat penelitian adalah pada PT. Surya Zig Zag Kediri.

3.5 Diagram alir Pemecahan Masalah

Langkah-langkah metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Survei Perusahaan

Survei yang dilakukan di perusahaan bertujuan untuk melihat kondisi perusahaan dan mencatat permasalahan yang ada.

2. Pengambilan Data Sampel

Setelah mengidentifikasi permasalahan, dalam hal ini stratifikasi proses kontrol, maka penelitian dimulai dengan pengambilan data sampel produk. Data sampel yang diperlukan adalah data variabel yaitu pengukuran *grammature*, *tensile strength*, *porosity*, dan *thickness*.

➤ Data *Grammature*

Grammature menyatakan berat kertas tiap satuan luas. Analisis dilakukan dengan menimbang sampel kertas dengan ukuran 10cm×10cm, kemudian hasil penimbangan dijadikan m² dan didapatkan *grammature* kertas $\left(\frac{\text{gr}}{\text{m}^2}\right)$.

➤ Data *Tensile Strength*

Menyatakan daya tahan kertas terhadap gaya tarik yang bekerja pada kedua ujung kertas. Pengukuran dilakukan dengan menjepit kertas dengan lebar 3 cm pada alat dan menarik kertas pada kedua sisi sampai putus.

➤ Data *Thickness*

Thickness menyatakan jarak antara kedua permukaan kertas yang dinyatakan dalam mm. Pengukuran dilakukan dengan alat *thickness tester*, sampel diukur minimal 10 kali, kemudian ditentukan *thickness* rata-ratanya.

➤ Data *Porosity*

Menyatakan banyaknya udara dalam mililiter yang dapat mengalir melalui pori-pori kertas seluas 1 cm² dalam waktu 1 menit.

3. Tes Kecukupan Data

Data yang telah dikumpulkan tidak langsung diolah tapi perlu dilakukan tes kecukupan data dan uji normalitas khususnya data variabel. Apabila data variabel tidak memenuhi maka perlu dilakukan penambahan data dengan melakukan pengamatan tambahan.

4. Membuat peta kontrol \bar{X} dan R

Setelah melakukan tes kecukupan data, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data yang telah ada menjadi peta kontrol \bar{X} dan R. Apabila proses belum terkendali maka yang harus dilakukan adalah membuat diagram pareto, diagram sebab akibat dan merevisi data.

5. Diagram Pareto

Dari data variabel yang menyimpang dilakukan pencarian data-data yang menyimpang dari spesifikasi yang selanjutnya dapat dibuat diagram pareto, sehingga dapat diketahui sifat kertas yang paling dominan menyimpang dari batas kontrol yang telah ditentukan.

6. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat dibuat berdasarkan hasil wawancara dan catatan-catatan yang telah dibuat oleh perusahaan yang berhubungan dengan sebab-sebab menyimpangnya variabel-variabel produk, sehingga pada akhirnya penyimpangan yang terjadi dapat dikurangi atau dihilangkan.

7. Revisi Data

Setelah penyebab terjadinya penyimpangan dapat diketahui dan dihilangkan dari proses maka yang selanjutnya dilakukan adalah merevisi data, yaitu menghilangkan data yang menyimpang sehingga dapat dibuat peta kontrol \bar{X} dan R yang baru.

8. Analisa Kapabilitas Proses.

Setelah peta kontrol \bar{X} dan R dibuat dan menunjukkan bahwa data dalam keadaan terkendali maka langkah selanjutnya adalah membuat analisa kapabilitas proses untuk mengetahui baik atau tidaknya proses produksi

9. Pemeriksaan dengan *Military Standard* 414 dengan Metode Standar Deviasi

Setelah mengetahui baik tidaknya proses produksi, maka dilakukan pemeriksaan dengan *Military Standard* 414 dengan Metode Standar Deviasi untuk mengetahui apakah hasil produksi diterima atau ditolak sebelum dipasarkan.

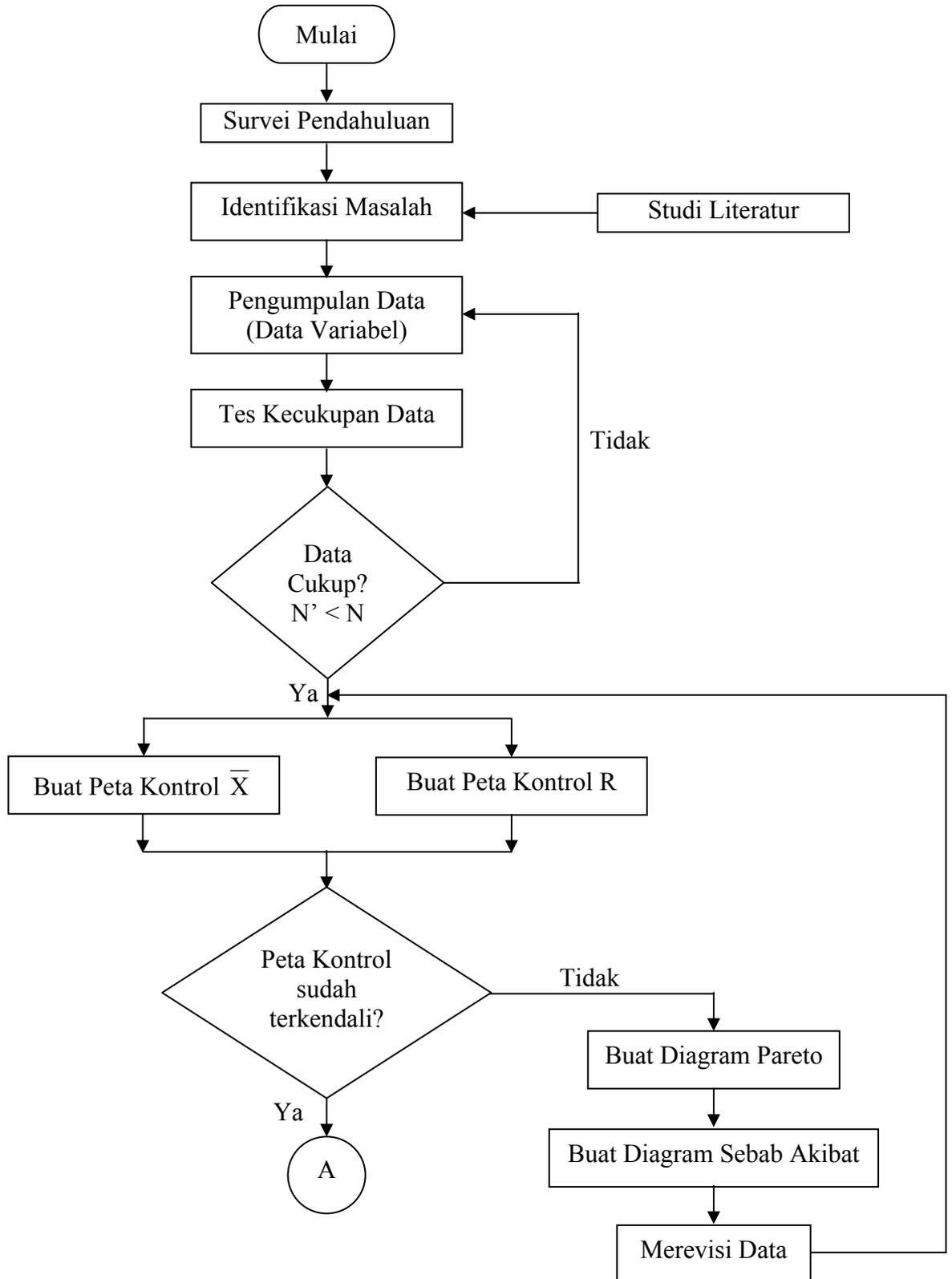
10. Pembahasan

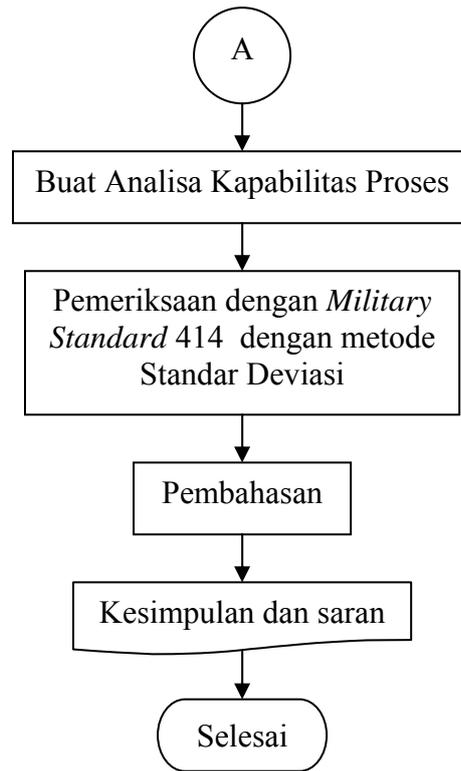
Menganalisa hasil pengolahan data variabel yang telah ada, sehingga dapat diketahui apa saja yang terjadi pada saat proses produksi sampai dengan produk siap dipasarkan apakah sesuai dengan yang dikehendaki.

11. Kesimpulan

Dari langkah-langkah diatas, maka dapat dibuat suatu kesimpulan dari penelitian ini berhasil atau tidak dan mencapai tujuannya.

Dari langkah-langkah tersebut dapat dibuat suatu diagram alir penelitian sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Produksi

Data yang diperlukan adalah data-data variabel yaitu data yang bersifat terukur dan mempunyai nilai satuan. Data variabel yang diambil adalah :

➤ Data *Grammature*

Grammature menyatakan berat kertas tiap satuan luas. Analisis dilakukan dengan menimbang sampel kertas dengan ukuran 10 cm × 10 cm, kemudian hasil penimbangan dijadikan m² dan didapatkan *grammature* kertas ($\frac{\text{gr}}{\text{m}^2}$).

➤ Data *Tensile Strength*

Menyatakan daya tahan kertas terhadap gaya tarik yang bekerja pada kedua ujung kertas. Pengukuran dilakukan dengan menjepit kertas dengan lebar 3 cm pada alat dan menarik kertas pada kedua sisi sampai putus.

➤ Data *Thickness*

Thickness menyatakan jarak antara kedua permukaan kertas yang dinyatakan dalam mm. Pengukuran dilakukan dengan alat *thickness tester*, sampel diukur minimal 10 kali, kemudian ditentukan *thickness* rata-ratanya.

➤ Data *Porosity*

Menyatakan banyaknya udara dalam mililiter yang dapat mengalir melalui pori-pori kertas seluas 1 cm² dalam waktu 1 menit.

Tabel 4.1 Spesifikasi Produk Kertas Vellin 60

No	Variabel	Batas Spesifikasi
1	<i>Grammature</i>	31-33 ($\frac{\text{gr}}{\text{m}^2}$)
2	<i>Tensile Strength</i>	3-5 ($\frac{\text{DaN}}{30\text{mm}}$)
3	<i>Thickness</i>	52-56 (μm)
4	<i>Porosity</i>	54-66 ($\frac{\text{ml}}{\text{min.cm}^2}$)

Sumber : PT. SURYA ZIG ZAG KEDIRI

Tabel 4.2 Data Pengukuran *Grammature*

Nomor Subgrup	<i>Grammature</i> ($\frac{\text{gr}}{\text{mm}^2}$)					ΣX	\bar{X}	R
	x1	x2	x3	x4	x5			
1	31.42	31.19	32.18	31.5	32.86	159.15	31.83	1.67
2	32.64	31.46	32.6	31.25	31.2	159.15	31.83	1.44
3	31.87	31.25	31.64	32.12	30.76	157.64	31.528	1.36
4	32.1	31.54	30.91	32.64	32.62	159.81	31.962	1.73
5	32.15	32.64	31.84	31.4	32.58	160.61	32.122	1.24
6	32.48	32.69	31.26	31.84	32.68	160.95	32.19	1.43
7	32.1	31.06	32.88	31.67	31.05	158.76	31.752	1.83
8	31.25	31.69	31.64	32.02	31.5	158.1	31.62	0.77
9	33.12	32.57	31.45	32.03	32.4	161.57	32.314	1.67
10	31.15	32.78	32.14	31.11	31.23	158.41	31.682	1.67
11	32.24	32.12	32.15	31.25	32.55	160.31	32.062	1.3
12	32.64	31.25	32.82	32.76	32.52	161.99	32.398	1.57
13	32.31	32.2	32.12	31.66	31.65	159.94	31.988	0.66
14	31.65	32.48	31.97	32.81	32.6	161.51	32.302	1.16
15	31.69	31.6	31.81	31.27	32.46	158.83	31.766	1.19
16	32.47	31.08	32.7	31.44	31.71	159.4	31.88	1.62
17	32.62	32.42	31.63	32.12	32.61	161.4	32.28	0.99
18	32.51	32.01	31.8	31.44	31.48	159.24	31.848	1.07
19	31.28	31.53	32.14	31.49	32.15	158.59	31.718	0.87
20	32.01	31.2	32.56	31.67	31.34	158.78	31.756	1.36
21	31.16	30.87	31.24	32.45	31.56	157.28	31.456	1.58
22	32.62	32.5	31.2	32.4	32.9	161.62	32.324	1.7
23	32.22	31.26	31.17	32.34	31.24	158.23	31.646	1.17
24	31.45	31.12	31.26	32.6	32.1	158.53	31.706	1.48
25	32.76	32.68	31.64	31.36	32.7	161.14	32.228	1.4
26	32.81	32.6	31.24	32.01	31.97	160.63	32.126	1.57
27	32.47	31.64	31.28	32.16	31.06	158.61	31.722	1.41
28	33.05	31.25	31.27	32.84	32.57	160.98	32.196	1.8
29	31.62	31.25	32.34	32.17	32.26	159.64	31.928	1.09
30	31.74	32.19	32.61	32.24	31.06	159.84	31.968	1.55
TOTAL						4790.64	958.128	41.35

Sumber : PT. SURYA ZIG ZAG KEDIRI

Tabel 4.3 Data Pengukuran *Tensile Strength*

Nomor Subgrup	<i>Tensile Strength</i> (DaN/30mm)					ΣX	\bar{X}	R
	x1	x2	x3	x4	x5			
1	4.27	4.47	4.04	4.07	3.88	20.73	4.146	0.59
2	4.39	4.25	4.24	3.64	3.77	20.29	4.058	0.75
3	3.64	3.78	3.9	4.36	3.85	19.53	3.906	0.72
4	3.72	3.62	3.69	4.12	3.85	19	3.8	0.5
5	3.78	3.91	3.77	3.9	4.23	19.59	3.918	0.46
6	4.17	4.68	4.36	4.65	3.85	21.71	4.342	0.83
7	4.26	4.97	4.31	4.61	4.14	22.29	4.458	0.83
8	3.88	3.71	3.84	3.69	3.65	18.77	3.754	0.23
9	4.57	4.42	4.92	4.42	3.99	22.32	4.464	0.93
10	4.11	4.38	4.66	4.55	4.52	22.22	4.444	0.55
11	4.52	4.44	3.94	4.54	4.6	22.04	4.408	0.66
12	4.58	4.87	4.08	4.08	4.66	22.27	4.454	0.79
13	4.05	4.25	3.92	4.61	4.75	21.58	4.316	0.83
14	4.24	3.8	3.84	3.94	4.07	19.89	3.978	0.44
15	4.18	4.15	4.41	4.41	4.38	21.53	4.306	0.26
16	3.93	3.98	4.04	4.15	4.26	20.36	4.072	0.33
17	3.9	4.01	4.1	4.02	4.07	20.1	4.02	0.2
18	3.9	3.34	3.92	4.25	3.74	19.15	3.83	0.91
19	3.94	4.41	4.69	4.6	3.97	21.61	4.322	0.75
20	3.71	3.84	3.69	3.87	3.78	18.89	3.778	0.18
21	3.65	3.89	3.49	4.25	3.65	18.93	3.786	0.76
22	3.62	3.93	3.74	3.61	3.84	18.74	3.748	0.32
23	4.01	4.52	4.68	4.3	4.82	22.33	4.466	0.81
24	4.78	4.95	4.56	4.21	4.03	22.53	4.506	0.92
25	4.15	4.72	4.31	4.67	4.42	22.27	4.454	0.57
26	4.63	4.88	3.64	3.58	4.12	20.85	4.17	1.3
27	3.64	3.81	3.58	3.76	4.89	19.68	3.936	1.31
28	3.96	3.51	4.02	3.13	4.25	18.87	3.774	1.12
29	4.8	4.27	4.12	4.07	4.56	21.82	4.364	0.73
30	4.22	4.34	4.97	4.17	4.53	22.23	4.446	0.8
TOTAL						622.12	124.424	20.38

Sumber : PT. SURYA ZIG ZAG KEDIRI

Tabel 4.4 Data Pengukuran *Thickness*

Nomor Subgrup	<i>Thickness</i> (μm)					ΣX	\bar{X}	R
	x1	x2	x3	x4	x5			
1	53.1	53.7	54	53.8	52.8	267.4	53.48	1.2
2	53.2	53	54.4	53.3	53.6	267.5	53.5	1.4
3	53.3	53.9	53.7	52.9	52.7	266.5	53.3	1.2
4	53.7	54.8	54.4	54.7	54.5	272.1	54.42	1.1
5	53.2	53.9	53.6	53.7	53.8	268.2	53.64	0.7
6	52.5	53.2	52.9	53.5	52.7	264.8	52.96	1
7	54.2	53.5	53.8	53.9	54.5	269.9	53.98	1
8	54.2	53.5	53.6	53.8	55	270.1	54.02	1.5
9	54.4	54.1	54.9	53.4	54	270.8	54.16	1.5
10	54.5	52.6	53.8	54.3	53.6	268.8	53.76	1.9
11	54.9	53.4	53.4	53.2	54	268.9	53.78	1.7
12	53.7	53	53.4	53.8	54	267.9	53.58	1
13	53.6	53.4	53.5	54.7	54.3	269.5	53.9	1.3
14	53.6	52.8	53.4	53.4	52	265.2	53.04	1.6
15	53.3	52.6	54.9	53	53.8	267.6	53.52	2.3
16	53	52.9	53.7	53.1	53	265.7	53.14	0.8
17	53.1	52.8	53	53.6	52.6	265.1	53.02	1
18	53.7	53	54.4	53.5	53.8	268.4	53.68	1.4
19	53.8	54.4	54.1	53.9	53	269.2	53.84	1.4
20	53.6	52.4	52.6	53.1	53.6	265.3	53.06	1.2
21	54.8	53.3	54.1	54	53.7	269.9	53.98	1.5
22	53.5	53.9	53.1	52.5	52.9	265.9	53.18	1.4
23	53.6	53.7	53.8	53.1	53.7	267.9	53.58	0.7
24	53.9	53.2	54.2	54.9	54.1	270.3	54.06	1.7
25	53.6	53.5	52.5	52.9	53.4	265.9	53.18	1.1
26	53.7	53.3	52.8	53.8	53.4	267	53.4	1
27	53.9	53.2	53.9	53.4	53.5	267.9	53.58	0.7
28	54.8	54.2	54.3	53.4	53.2	269.9	53.98	1.6
29	54.6	54.2	54	53.2	53.7	269.7	53.94	1.4
30	54.8	53.9	53.8	54.5	54.2	271.2	54.24	1
TOTAL						8044.5	1608.9	38.3

Sumber : PT. SURYA ZIG ZAG KEDIRI

Tabel 4.5 Data Pengukuran Porosity

Nomor Subgrup	Porosity (ml/min.cm ²)					ΣX	\bar{X}	R
	x1	x2	x3	x4	x5			
1	63.65	63.14	60.2	60.18	60.29	307.46	61.492	3.47
2	62.15	59.45	61.81	62.51	58.46	304.38	60.876	4.05
3	62.88	60.6	58.33	63.18	58.86	303.85	60.77	4.85
4	59.85	57.69	63.9	61.38	63.65	306.47	61.294	6.21
5	60.6	54.5	58.46	59.42	58.33	291.31	58.262	6.1
6	60.68	58.54	63.18	59.73	58.86	300.99	60.198	4.64
7	59.85	59	56.5	57.69	61.16	294.2	58.84	4.66
8	54.41	57.7	64.3	63.9	63.52	303.83	60.766	9.89
9	60.64	61.45	62.16	59.6	56.64	300.49	60.098	5.52
10	54.3	58.2	58.07	59.74	59.43	289.74	57.948	5.44
11	59.23	54.69	58.19	57.68	59.68	289.47	57.894	4.99
12	60.7	62.9	57.92	59.2	63.6	304.32	60.864	5.68
13	56.53	58.81	58.29	59.38	55.91	288.92	57.784	3.47
14	61.37	65.36	60.67	68.5	60.43	316.33	63.266	8.07
15	57.03	58.45	56.9	56.12	59.56	288.06	57.612	3.44
16	60.29	59.07	58.81	61.81	63.44	303.42	60.684	4.63
17	57.14	58.87	60.05	60.23	57.93	294.22	58.844	3.09
18	64.65	65.38	56.64	60.64	63.47	310.78	62.156	8.74
19	59.86	56.85	57.23	57.2	56.47	287.61	57.522	3.39
20	63.6	63.54	64.04	64.52	63.94	319.64	63.928	0.98
21	62.78	62.04	63.15	62.46	62.73	313.16	62.632	1.11
22	59.66	59.3	60.54	61.23	59.24	299.97	59.994	1.99
23	58.65	57.94	59.9	58.01	59.81	294.31	58.862	1.96
24	59.56	57.41	53.37	57.46	57.8	285.6	57.12	6.19
25	60.04	65.29	62.74	60.43	61.77	310.27	62.054	5.25
26	60.54	57.16	63.82	64.29	62.98	308.79	61.758	7.13
27	59.61	54.01	58.76	56.27	57.36	286.01	57.202	5.6
28	56.49	57.84	58.54	57.62	57.28	287.77	57.554	2.05
29	58.27	55.29	58.6	59.45	56.34	287.95	57.59	4.16
30	62.87	60.71	64.06	62.69	60.73	311.06	62.212	3.35
TOTAL						8990.38	1798.076	140.1

Sumber : PT. SURYA ZIG ZAG KEDIRI

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Tes Kecukupan Data

Tes kecukupan data dilakukan untuk mengetahui besarnya jumlah data yang diambil apakah mencukupi atau belum untuk keperluan pengolahan data.

Dari hasil pengolahan data tabel 4.2 sampai tabel 4.6 diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.6 Tes Kecukupan Data

No	Data	N	N'	Keputusan
1	<i>Grammature</i>	150	39,49	Cukup
2	<i>Tensile</i>	150	39,22	Cukup
3	<i>Thickness</i>	150	39,50	Cukup
4	<i>Porosity</i>	150	39,77	Cukup

Berikut akan dijelaskan prosedur penentuan harga N' untuk data variabel *Grammature*.

Dari data pada tabel 4.2 didapatkan data-data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} N &= n \times k \\ &= 5 \times 30 \\ &= 150 \end{aligned}$$

k = jumlah subgrup

n = jumlah sampel dalam 1 subgrup

$$\sum X = 4790.64$$

$$\sum X^2 = 153053.9852$$

$$\sigma = 0,59$$

Menghitung derajat ketelitian :

$$\begin{aligned} S &= \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \times 100\% \quad ; \quad \sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,59}{\sqrt{5}} = 0,26 \\ &= \frac{0,26}{31,94} \times 100\% = 0,8\% \end{aligned}$$

Menghitung tingkat keyakinan :

$$\begin{aligned} CL &= 100\% - S \\ &= 100\% - 0,8\% = 99,2\% \end{aligned}$$

Dari tabel 2.1 didapat nilai $k = 2,82$

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2,82}{0.008} \sqrt{150(153053.9852) - (4790.64)^2}}{4790.64} \right]^2 = 39,49$$

$N' < N$ berarti banyaknya data *Grammature* telah mencukupi.

4.2.2 Peta Kontrol \bar{X} dan R

1. Peta Kontrol \bar{X} dan R *Grammature*

a. Peta Kontrol \bar{X} untuk *Grammature*

Dari tabel 4.2 didapat data-data sebagai berikut :

$$\sum X = 4790.64$$

$$k = 150$$

$$\sum \bar{X} = 958.128$$

$$\sum R = 41.35$$

$$\begin{aligned} \bar{\bar{X}} &= \frac{\sum \bar{X}}{k} \\ &= \frac{958.128}{30} \\ &= 31.9376 \end{aligned}$$

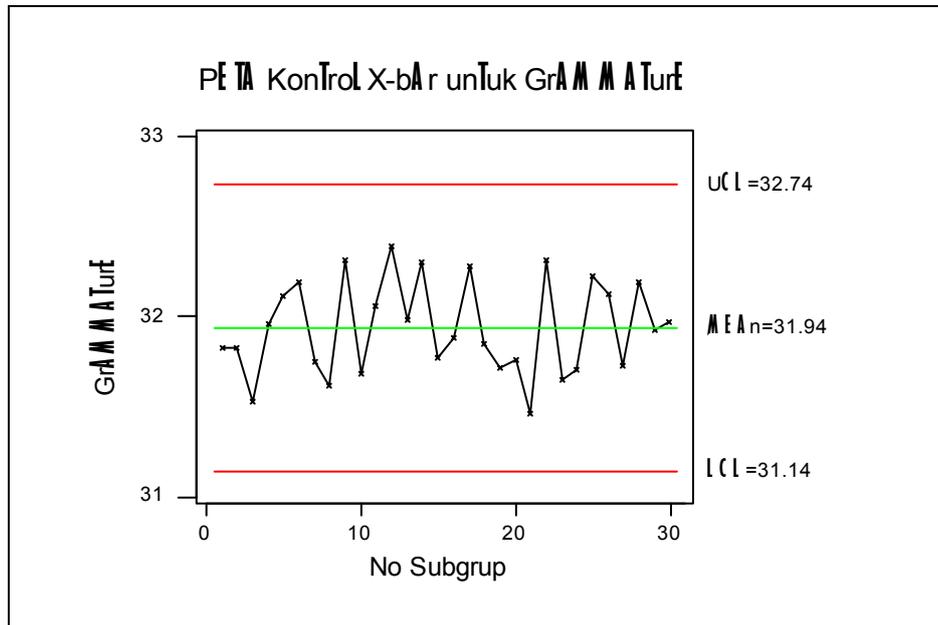
$$\begin{aligned} \bar{\bar{R}} &= \frac{\sum R}{k} \\ &= \frac{41.35}{30} \\ &= 1.378333333 \end{aligned}$$

Perhitungan batas-batas untuk peta kontrol \bar{X} *Grammature* adalah sebagai berikut:

1. Garis Tengah ($CL_{\bar{X}}$) $= \bar{\bar{X}} = 31.9376$
2. Batas Kontrol Atas ($UCL_{\bar{X}}$) $= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{\bar{R}}$
 $= 31,9376 + (0,577 \times 1,3783)$
 $= 32.73289833$
3. Batas Kontrol Bawah ($LCL_{\bar{X}}$) $= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{\bar{R}}$

$$= 31,9376 - (0,577 \times 1,3783)$$

$$= 31.14230167$$



Gambar 4.1 Peta kontrol \bar{X} untuk *Grammature*

b. Peta Kontrol R untuk *Grammature*

Dari data pada tabel 4.2 didapat data-data sebagai berikut :

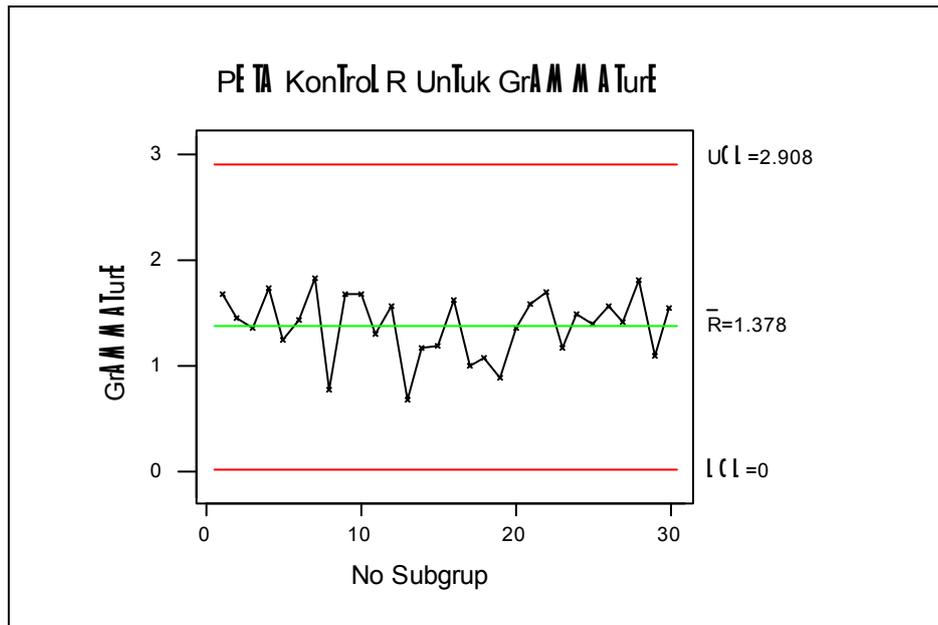
$$\sum R = 41,35$$

$$k = 30$$

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{\sum R}{k} \\ &= \frac{41,35}{30} \\ &= 1,3783 \end{aligned}$$

Perhitungan batas-batas untuk peta kontrol R *Grammature* adalah sebagai berikut :

1. Garis Tengah (CL_R) $= \bar{R} = 1.3783$
2. Batas Kontrol Atas (UCL_R) $= D_4 \cdot \bar{R}$
 $= 2,11 \times 1,3783$
 $= 2.908283333$
3. Batas Kontrol Bawah (LCL_R) $= D_3 \cdot \bar{R}$
 $= 0 \times 1,3783 = 0$

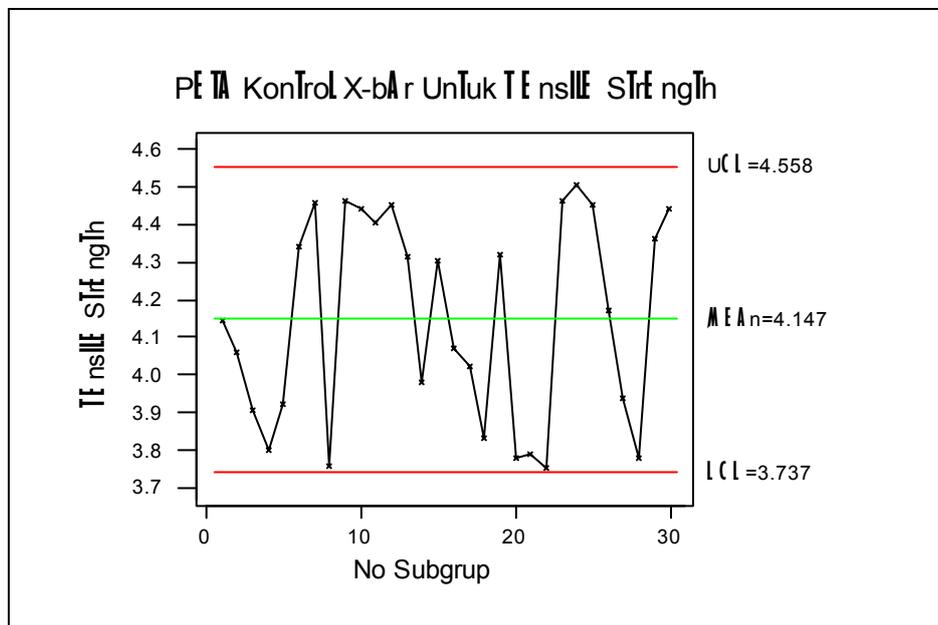


Gambar 4.2 Peta kontrol R untuk *Gramature*

2. Peta Kontrol \bar{X} dan R *Tensile Strength*

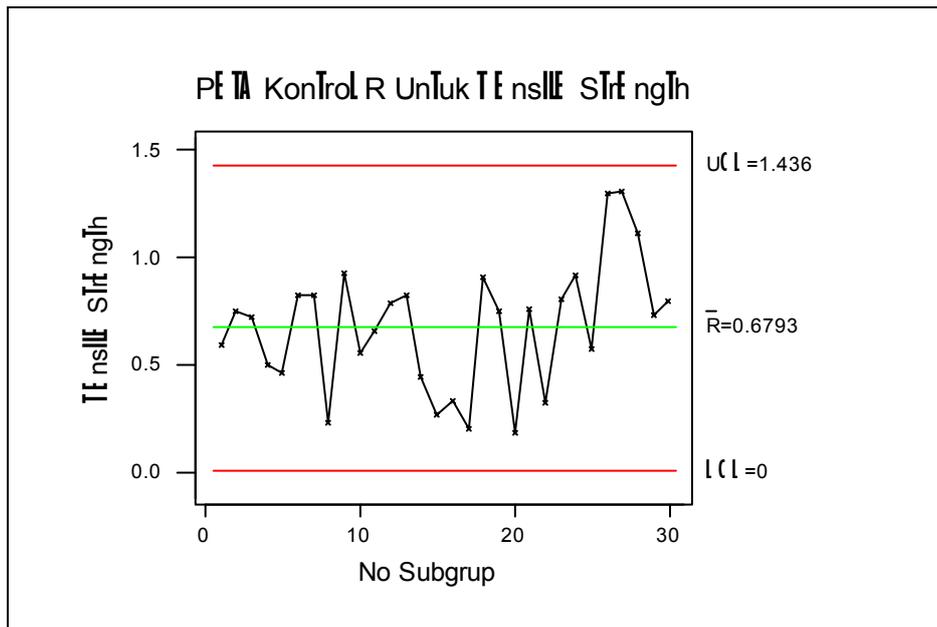
Dengan cara yang sama dengan perhitungan pada peta kontrol \bar{X} dan R pada *Gramature* didapatkan peta kontrol sebagai berikut :

a. Peta kontrol \bar{X} untuk *Tensile Strength*



Gambar 4.3 Peta kontrol \bar{X} untuk *Tensile Strength*

b. Peta kontrol R untuk *Tensile Strength*

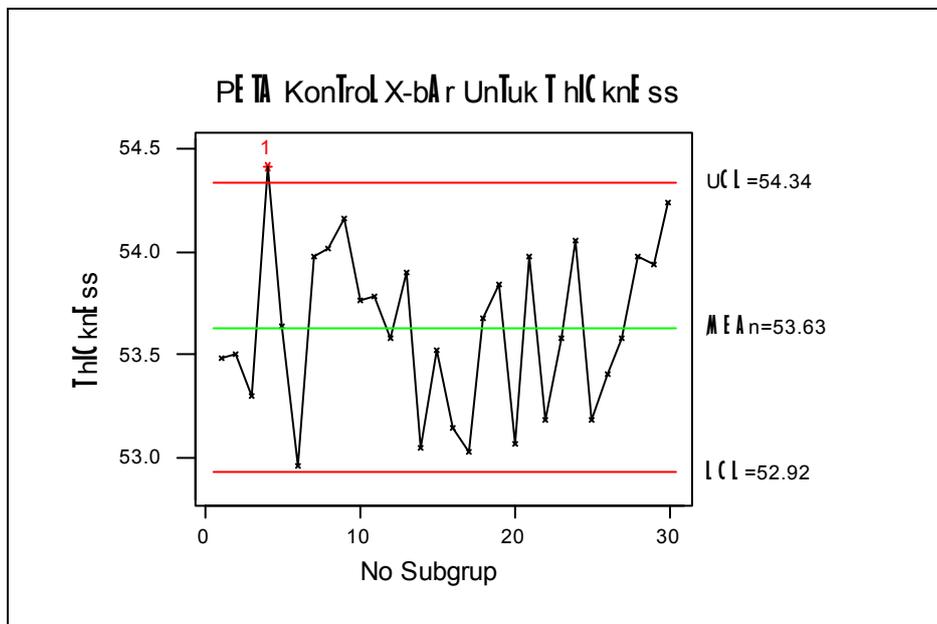


Gambar 4.4 Peta kontrol R untuk *Tensile Strength*

3. Peta Kontrol \bar{X} dan R *Thickness*

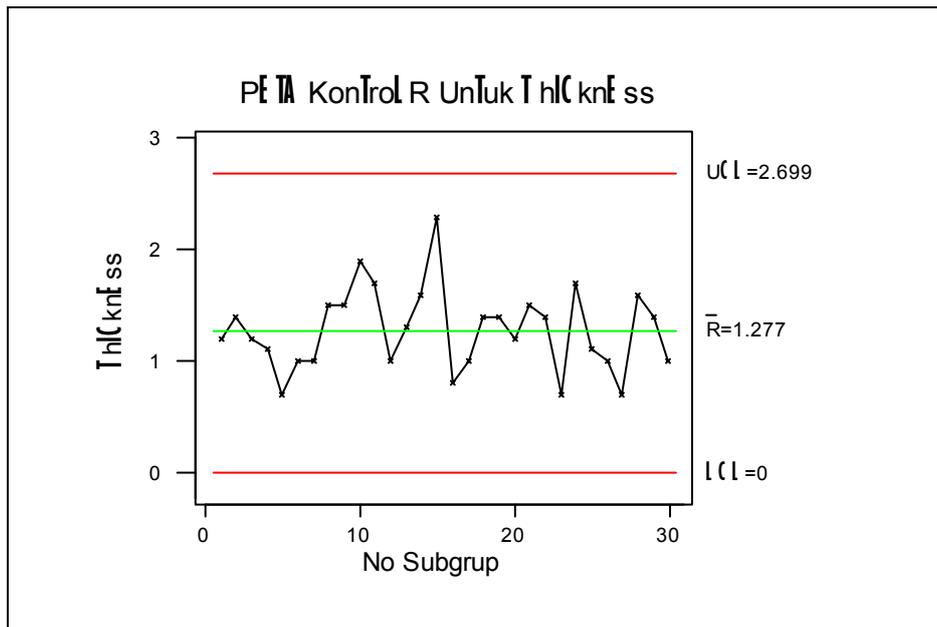
Dengan cara perhitungan yang sama dengan perhitungan pada peta kontrol \bar{X} dan R pada *Grammature* didapatkan peta kontrol sebagai berikut :

a. Peta kontrol \bar{X} untuk *Thickness*



Gambar 4.5 Peta kontrol \bar{X} untuk *Thickness*

b. Peta kontrol R untuk *Thickness*

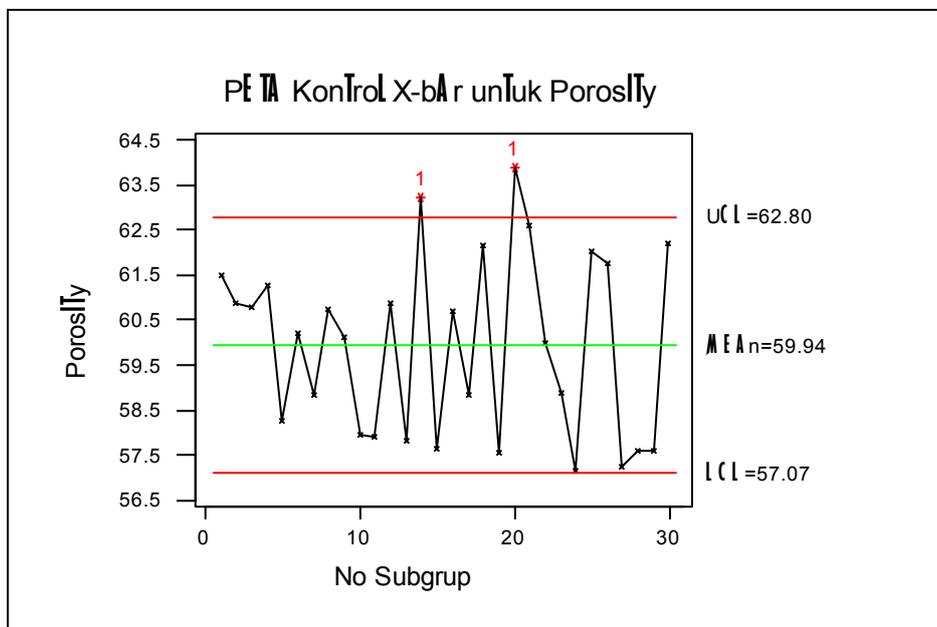


Gambar 4.6 Peta kontrol R untuk *Thickness*

4. Peta Kontrol \bar{X} dan R *Porosity*

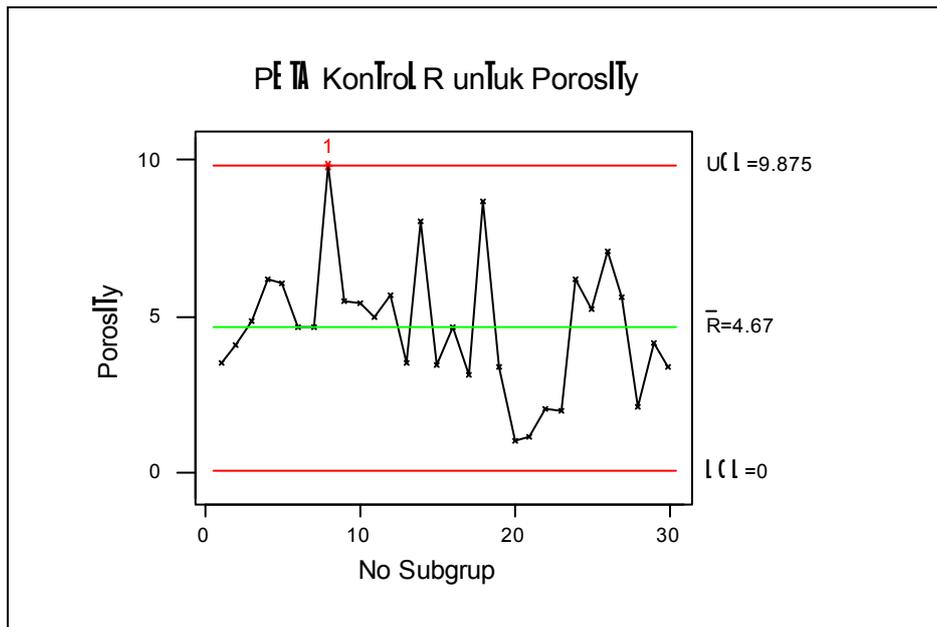
Dengan cara perhitungan yang sama dengan perhitungan pada peta kontrol \bar{X} dan R pada *Grammature* didapatkan peta kontrol sebagai berikut :

a. Peta kontrol \bar{X} untuk *Porosity*



Gambar 4.7 Peta kontrol \bar{X} untuk *Porosity*

b. Peta kontrol R untuk *Porosity*



Gambar 4.8 Peta kontrol R untuk *Porosity*

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas maka didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4.7 Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R

No	Variabel	Peta kontrol \bar{X}			Peta kontrol R		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1	<i>Grammature</i>	32,74	31,94	31,14	2,10	1,38	0
2	<i>Tensile Strength</i>	4,56	4,15	3,74	1,44	0,68	0
3	<i>Thickness</i>	54,34	53,83	52,92	2,69	1,28	0
4	<i>Porosity</i>	62,80	59,94	57,07	9,87	4,67	0

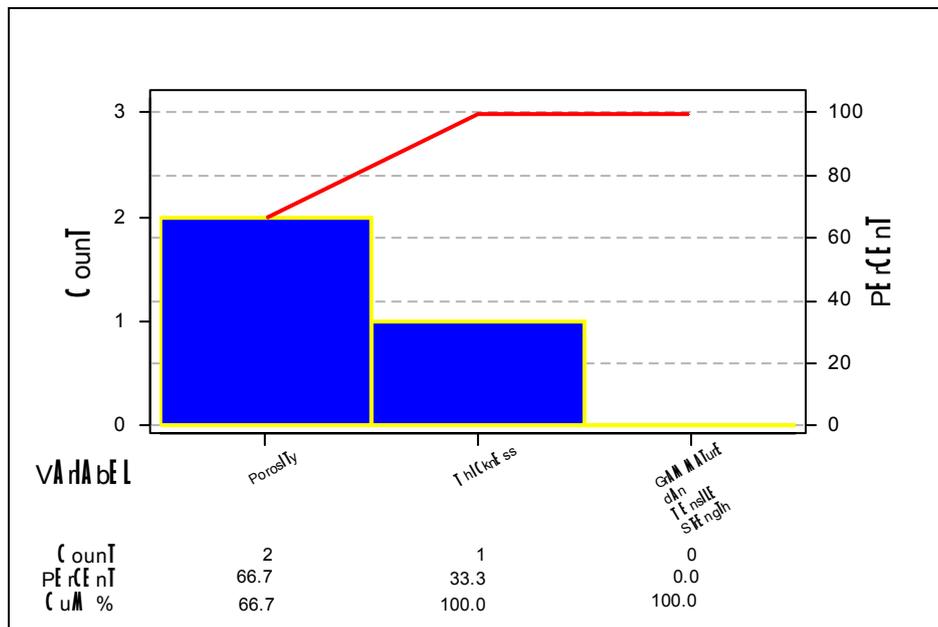
4.2.3 Diagram Pareto

Dari diagram pareto dapat diidentifikasi penyimpangan yang paling dominan dari sifat-sifat kertas VELLIN 60 selama dalam proses produksi. Penyimpangan tersebut dapat disusun dalam tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Prosentase Penyimpangan Produksi VELLIN 60

No	Jenis Problem	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Prosentase	Prosentase Kumulatif
1	<i>Porosity</i>	2	2	66,7	66,7
2	<i>Thickness</i>	1	3	33,3	100
3	<i>Grammature</i>	0	3	0	100
4	<i>Tensile Strength</i>	0	3	0	100

Diagram Pareto yang muncul berdasarkan data diatas adalah :

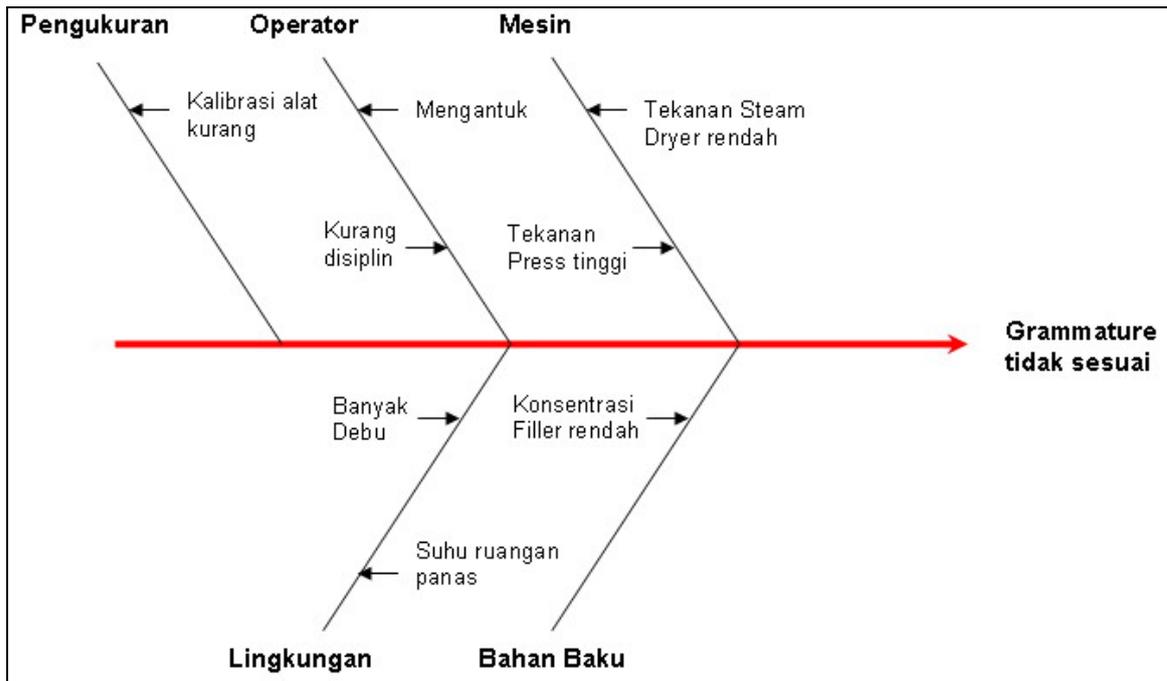


Gambar 4.9 Diagram Pareto penyimpangan produksi

4.2.4 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Giagram*)

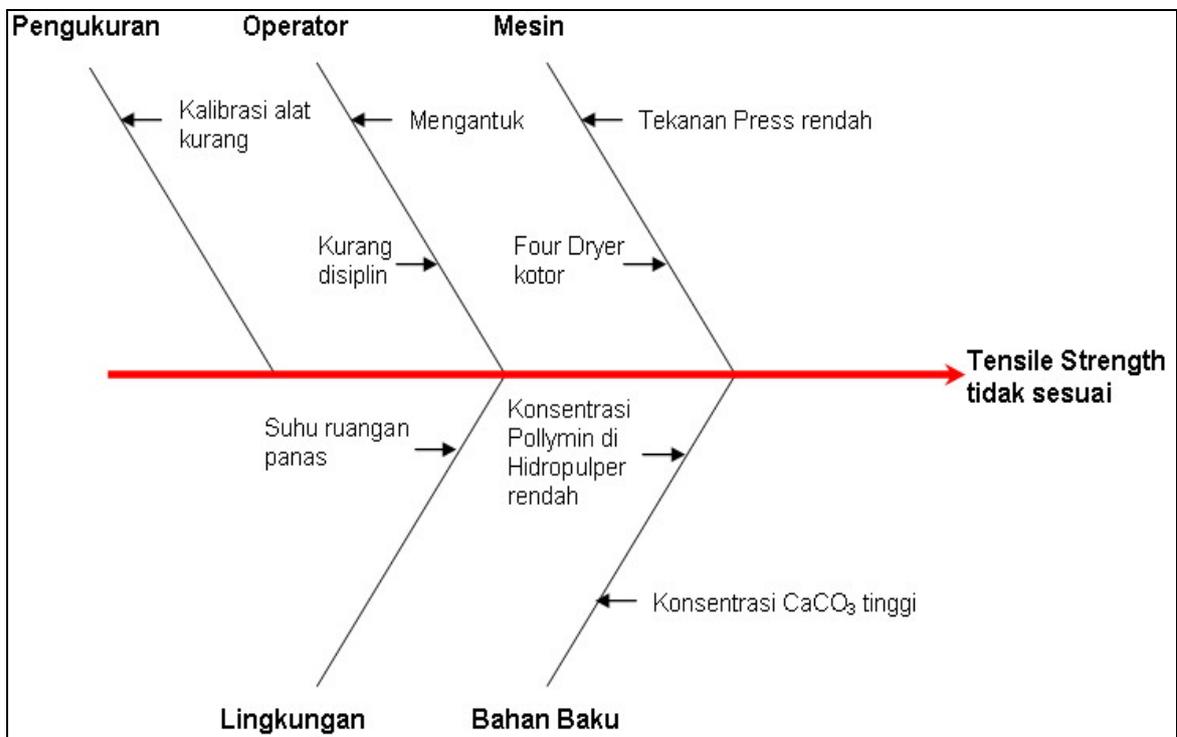
Pembuatan diagram ini bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang mungkin menjadi penyebab dari suatu masalah atau penyimpangan (sebagai akibat dari sebab-sebab tersebut diatas). Dengan diketahui hubungan antara sebab dan akibat dari suatu masalah, maka tindakan pemecahan masalah akan mudah ditentukan. Berdasarkan hasil pengamatan dan hasil wawancara dengan para pekerja dan teknisi, penyebab terjadinya penyimpangan dapat digambarkan dengan diagram sebab akibat berikut :

a. **Diagram Sebab Akibat *Grammature***



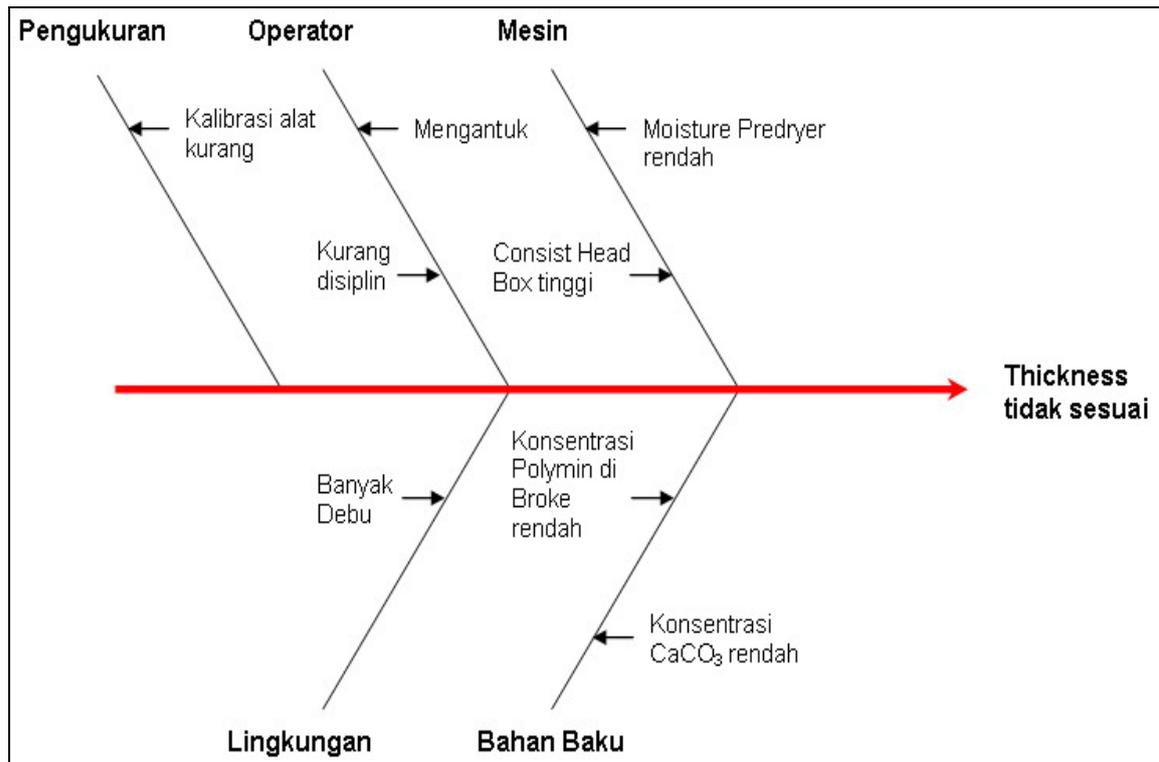
Gambar 4.10 Diagram sebab akibat *Grammature*

b. **Diagram Sebab Akibat *Tensile***



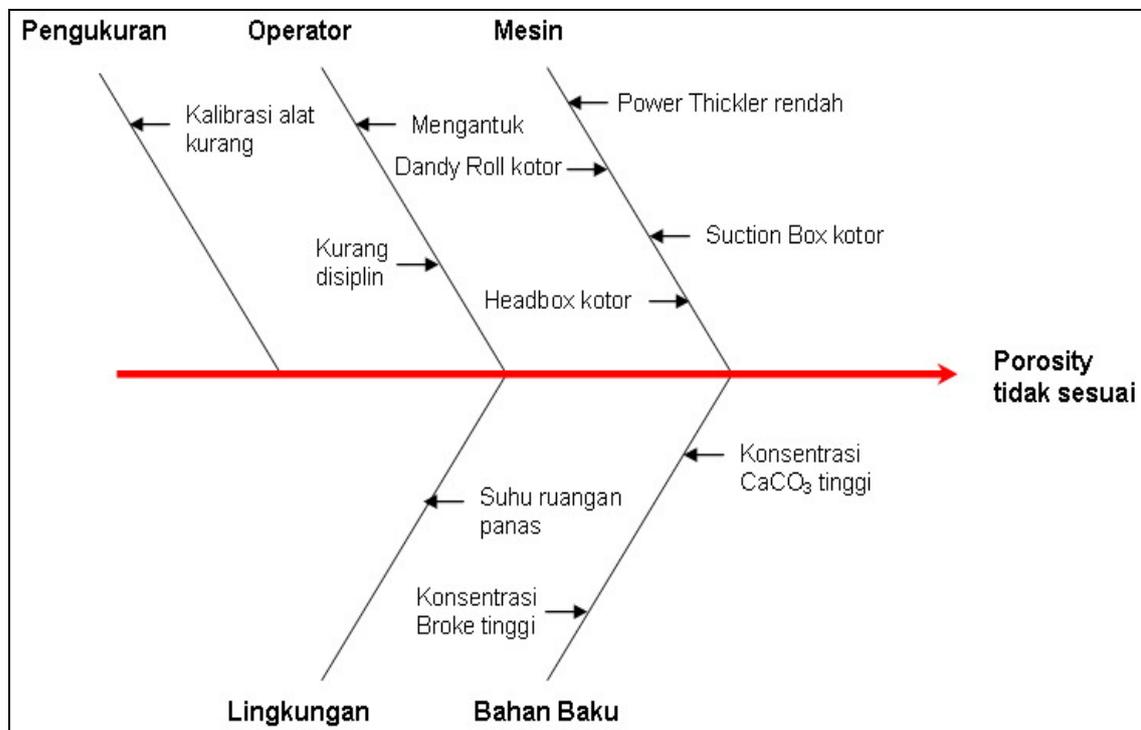
Gambar 4.11 Diagram sebab akibat *Tensile*

c. **Diagram Sebab Akibat *Thickness***



Gambar 4.12 Diagram sebab akibat *Thickness*

d. **Diagram Sebab Akibat *Porosity***



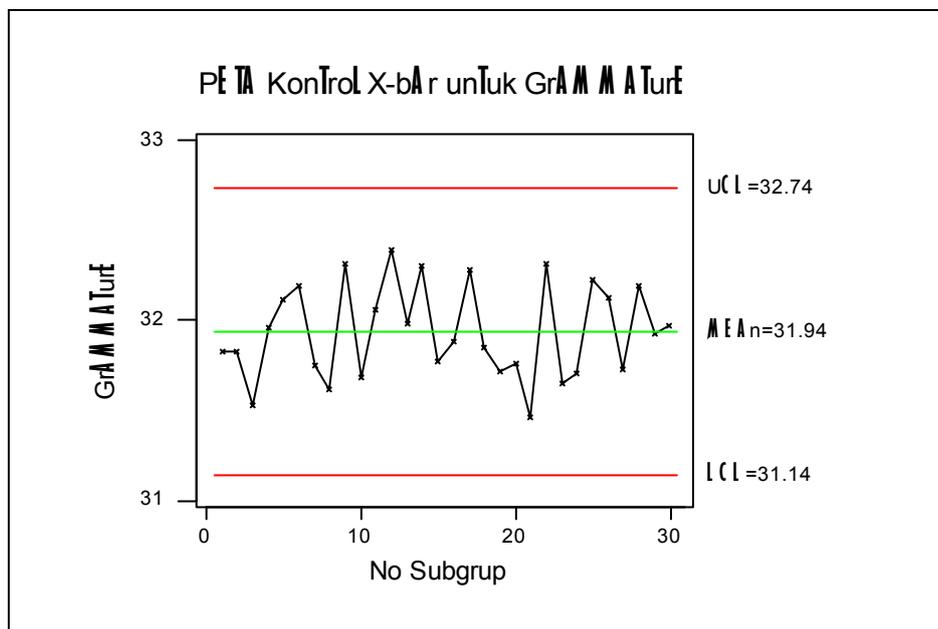
Gambar 4.13 Diagram sebab akibat *Porosity*

4.2.5 Peta Kontrol \bar{X} dan R revisi

Setelah diketahui penyebab penyimpangan yang terjadi pada proses produksi maka penyebab ini dapat dihilangkan sehingga data dapat direvisi dengan cara menghilangkan data yang keluar dari batas peta kontrol. Setelah dihilangkan selanjutnya dibuat lagi peta kontrol \bar{X} dan R dengan data yang baru dengan cara perhitungan yang sama dengan perhitungan sebelum revisi. Maka didapat peta kontrol \bar{X} dan R yang baru sebagai berikut:

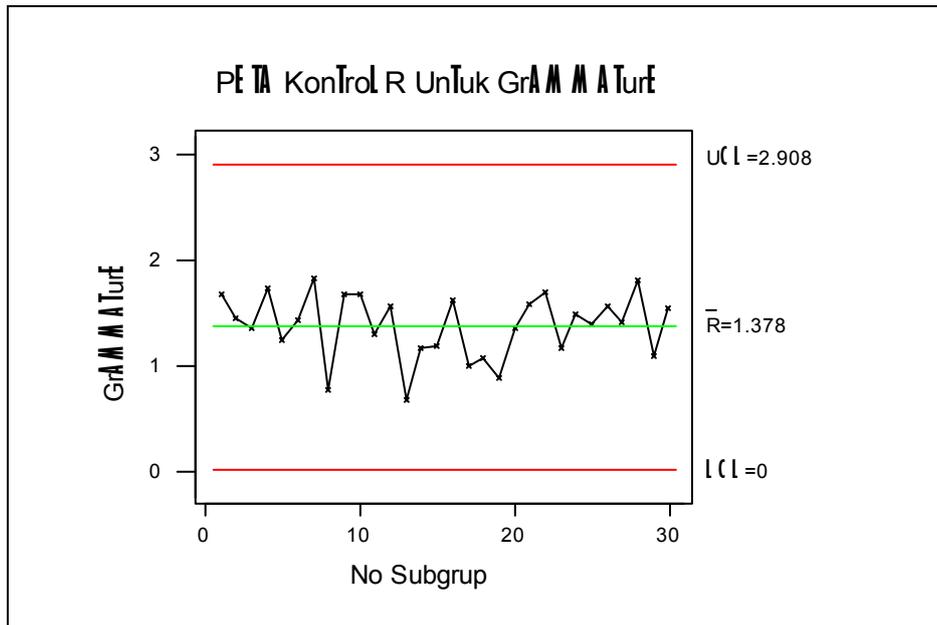
1. Peta Kontrol \bar{X} dan R untuk *Grammature*

a. Peta Kontrol \bar{X} untuk *Grammature*



Gambar 4.14 Peta Kontrol \bar{X} untuk *Grammature*

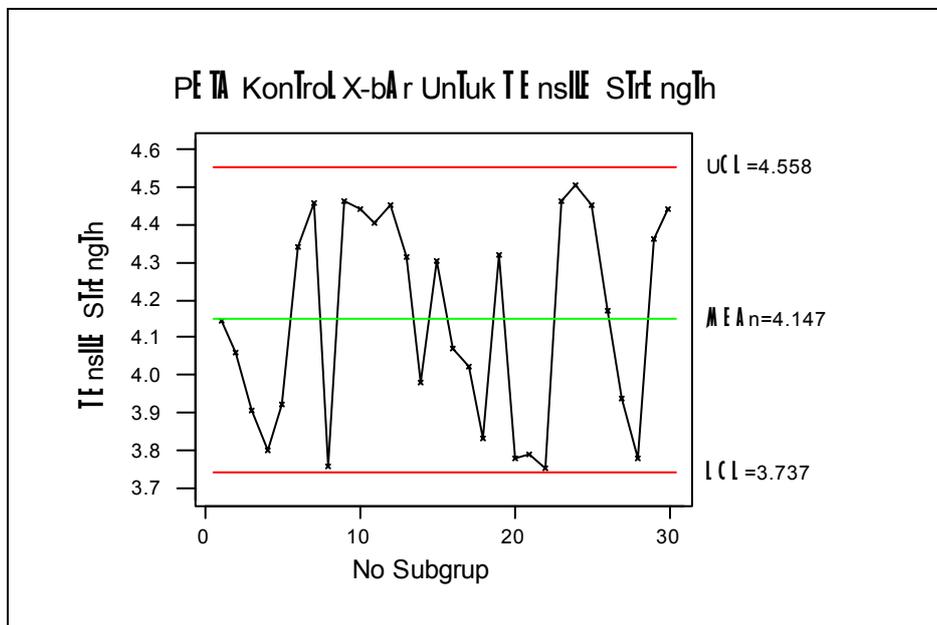
b. Peta Kontrol R untuk *Grammature*



Gambar 4.15 Peta Kontrol R untuk *Grammature*

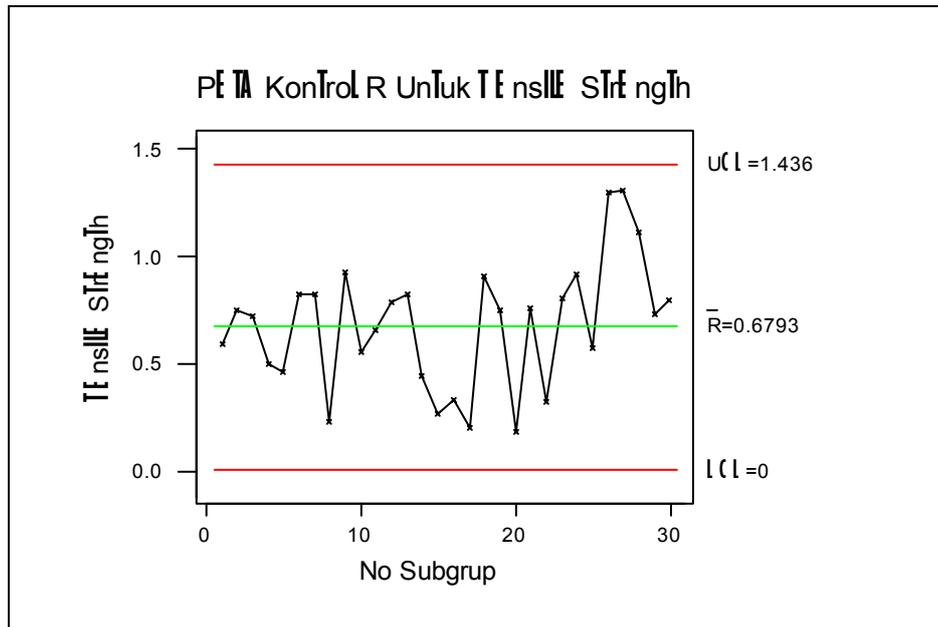
2. Peta Kontrol \bar{X} dan R untuk *Tensile Strength*

a. Peta Kontrol \bar{X} untuk *Tensile Strength*



Gambar 4.16 Peta Kontrol \bar{X} untuk *Tensile Strength*

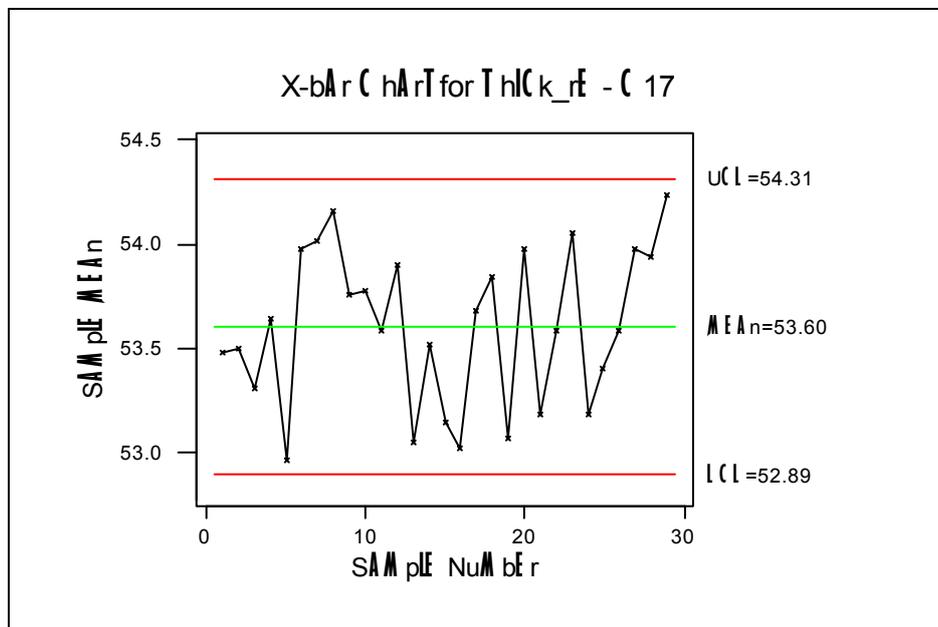
b. Peta Kontrol R untuk *Tensile Strength*



Gambar 4.17 Peta Kontrol R untuk *Tensile Strength*

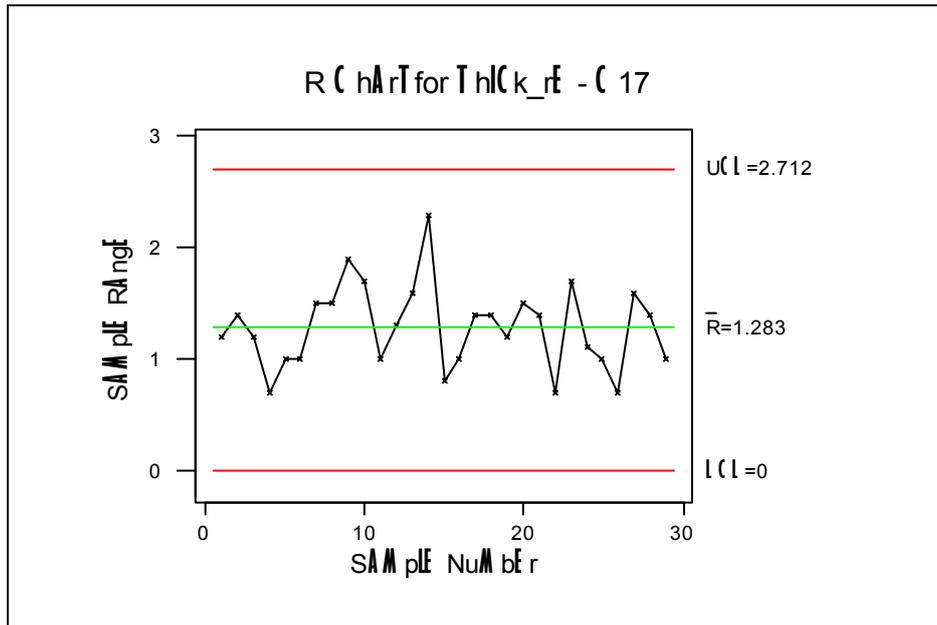
3. Peta Kontrol \bar{X} dan R untuk *Thickness*

a. Peta Kontrol \bar{X} untuk *Thickness*



Gambar 4.18 Peta Kontrol \bar{X} untuk *Thickness*

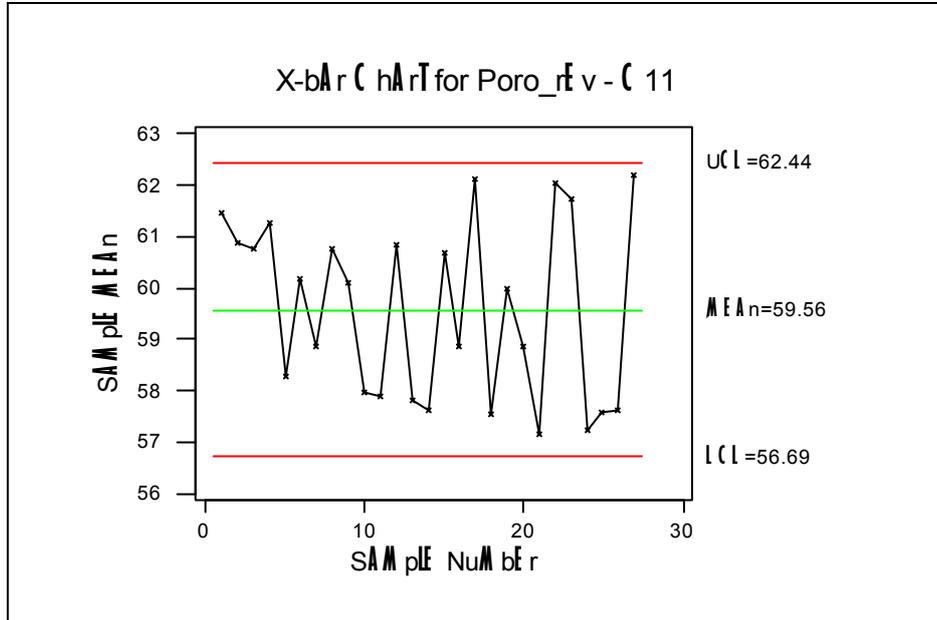
b. Peta Kontrol R untuk *Thickness*



Gambar 4.19 Peta Kontrol R untuk *Thickness*

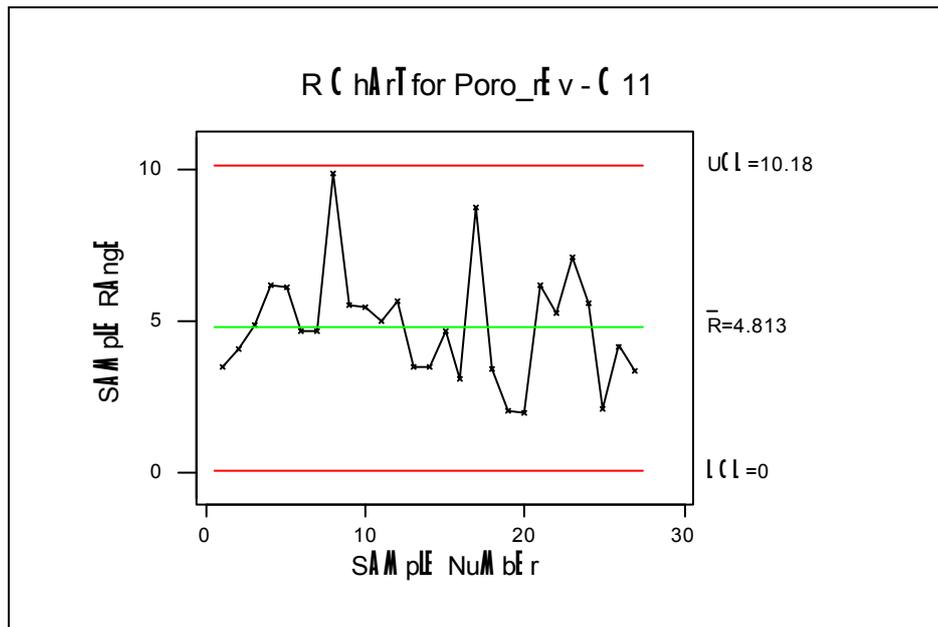
4. Peta Kontrol \bar{X} dan R untuk *Porosity*

a. Peta Kontrol \bar{X} untuk *Porosity*



Gambar 4.20 Peta Kontrol \bar{X} untuk *Porosity*

b. Peta Kontrol R untuk Porosity



Gambar 4.21 Peta Kontrol R untuk Porosity

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas maka dapat ditunjukkan batas peta kontrol \bar{X} dan R revisi sebagai berikut:

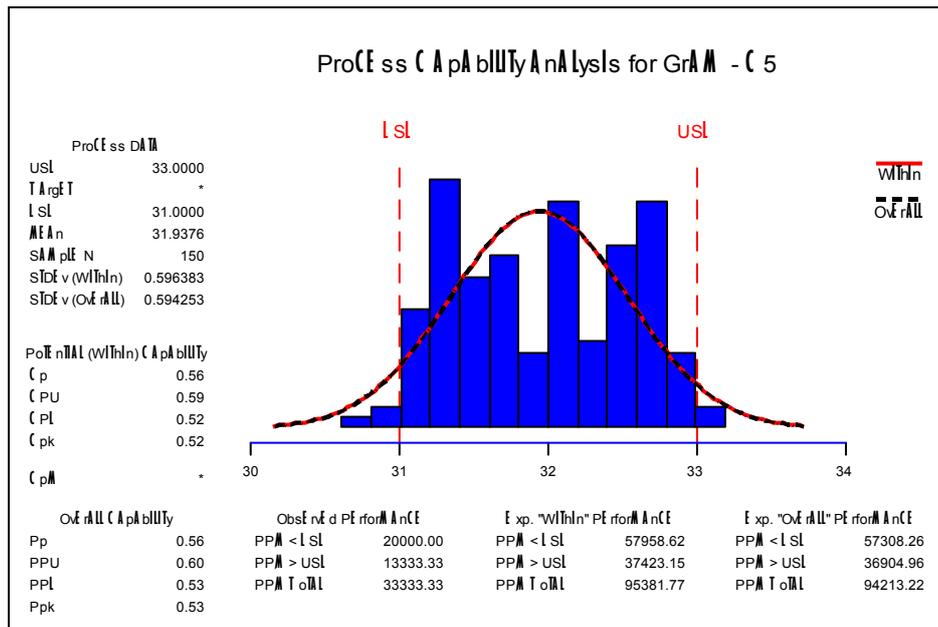
Tabel 4.9 Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R revisi

No	Variabel	Peta kontrol \bar{X}			Peta kontrol R		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1	<i>Grammature</i>	32,74	31,94	31,14	2,10	1,38	0
2	<i>Tensile Strength</i>	4,56	4,15	3,74	1,44	0,68	0
3	<i>Thickness</i>	54,31	53,60	52,89	2,72	1,28	0
4	<i>Porosity</i>	62,44	59,56	56,69	10,18	4,82	0

4.2.6 Analisa Kapabilitas Proses

Analisa kapabilitas untuk data variabel menggunakan distribusi normal karena dari data distribusi data bersifat normal. Berikut hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *Minitab versi 13*.

1. Analisa Kapabilitas Proses untuk *Grammature*



Gambar 4.22 Kapabilitas Proses untuk *Grammature*

Perhitungan Kemampuan Proses :

a. Kapabilitas proses

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \frac{\bar{R}}{d_2}}$$

$$= \frac{33 - 31}{6 \frac{1,3783}{2,326}}$$

$$= 0,5625$$

b. Indeks kapabilitas proses bawah

$$C_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3 \frac{\bar{R}}{d_2}}$$

$$= \frac{31,9376 - 31}{3 \frac{1,3783}{2,326}}$$

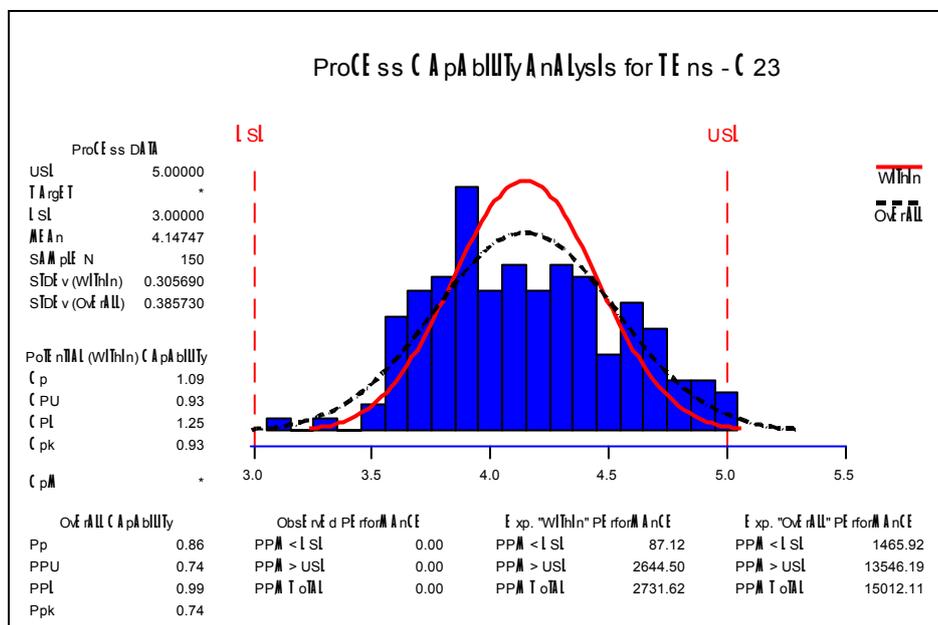
$$= 0,5274$$

c. Indeks kapabilitas proses atas

$$\begin{aligned}
 CPU &= \frac{USL - \bar{X}}{3 \frac{R}{d_2}} \\
 &= \frac{33 - 31,9376}{3 \frac{1,3783}{2,326}} \\
 &= 0,5976
 \end{aligned}$$

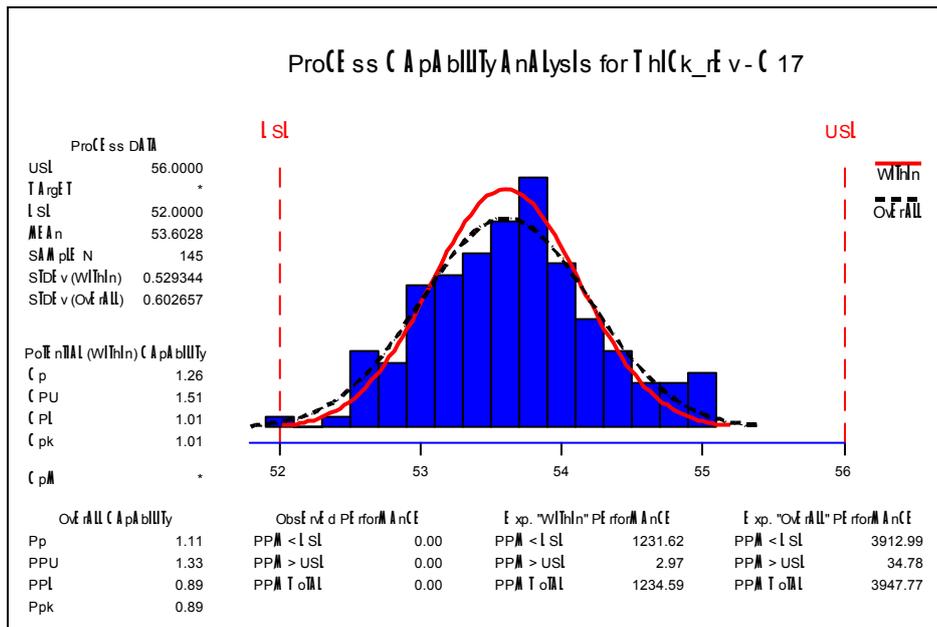
$$\begin{aligned}
 d. C_{pk} &= \min(0,5274; 0,5976) \\
 &= 0,5274
 \end{aligned}$$

2. Analisa Kemampuan Proses untuk *Tensile Strength*



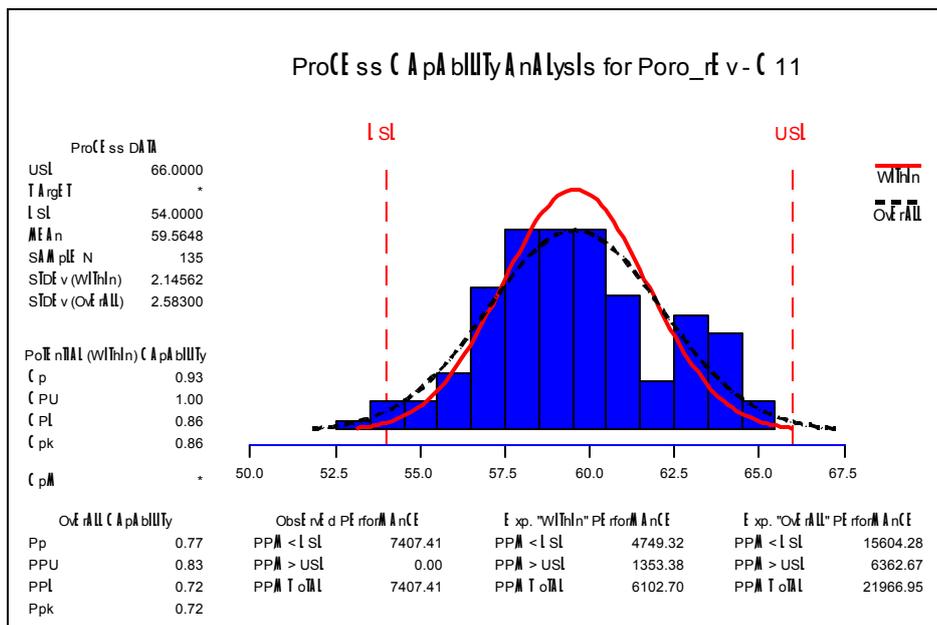
Gambar 4.23 Kapabilitas Proses untuk *Tensile Strength*

3. Analisa Kemampuan Proses untuk *Thickness*



Gambar 4.24 Kapabilitas Proses untuk *Thickness*

4. Analisa Kemampuan Proses untuk *Porosity*



Gambar 4.25 Kapabilitas Proses untuk *Porosity*

Dari perhitungan yang telah dilakukan di atas maka dapat ditunjukkan nilai-nilai kapabilitas proses sebagai berikut :

Tabel 4.10 Batas kendali untuk kapabilitas proses

No	Variabel	C_p	CPL	CPU	C_{pk}
1	<i>Grammature</i>	0,56	0,52	0,59	0,52
2	<i>Tensile Strength</i>	1,09	0,93	1,25	0,93
3	<i>Thickness</i>	1,26	1,01	1,51	1,01
4	<i>Porosity</i>	0,93	0,86	1,00	0,86

4.2.7 Pemeriksaan Berdasarkan *Military Standard 414*

4.2.7.1 Metode Standar Deviasi

Dalam pemeriksaan dengan menggunakan Metode *Military Standard 414* pada produk kertas VELLIN 60 diperoleh data:

Tabel 4.11 Data variabel pengamatan

No	Data variabel	Klasifikasi cacat	USL	LSL	AQL
1	<i>Grammature</i>	<i>Major</i>	33	31	0,5 %
2	<i>Tensile Strength</i>	<i>Major</i>	5	3	0,5 %
3	<i>Thickness</i>	<i>Critical</i>	56	52	2.5 %
4	<i>Porosity</i>	<i>Critical</i>	66	54	2.5 %

Langkah – langkah Pengerjaan :

- Tingkat kualitas penerimaan dari *Grammature* adalah 0,5 %
- Batas spesifikasi atas : 33
- Batas spesifikasi bawah : 31
- Ukuran lot yang diperiksa : 600 *pieces*

Jenis pemeriksaan yang digunakan dalam pemeriksaan awal dipergunakan pemeriksaan tingkat IV atau pemeriksaan normal.

- Kode huruf yang sesuai untuk ukuran lot N : 600 *pieces* untuk tingkat pemeriksaan IV adalah J (Lampiran 2)
- Jumlah sampel = 35 *pieces* (Lampiran 4)
- Maksimum persen kecacatan = 1,87 % (Lampiran 6)

Tabel 4.12 Data sampel variabel *Grammature* kertas VELLIN 60

No Subgrup	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	31.42	31.19	32.18	31.5	32.86
2	32.64	31.46	32.6	31.25	31.2
3	31.87	31.25	31.64	32.12	30.76
4	32.1	31.54	30.91	32.64	32.62
5	32.15	32.64	31.84	31.4	32.58
6	32.48	32.69	31.26	31.84	32.68
7	32.1	31.06	32.88	31.67	31.05

Perhitungan dengan metode standar deviasi variabilitas tidak diketahui untuk data *Grammature* kertas VELLIN 60 :

Tabel 4.13 Perhitungan Batas Spesifikasi Tunggal Form 1

No	Informasi diperlukan	Nilai diperoleh	Keterangan
Batas spesifikasi Tunggal – Form 1			
1	Ukuran sample :n	35	Lampiran 4
2	Jumlah pengukuran : $\sum_{1}^{35} X_i$	1116,07	
3	Jumlah kuadrat pengukuran $\sum_{1}^{35} X_i^2$	35602,8	
4	Faktor koreksi (CF) : $(\sum_{1}^{35} X_i)^2 / n$	35588,92	
5	Jumlah kuadrat dikoreksi (SS) : $\sum_{1}^{35} X_i^2 - CF$	13.87722	
6	Varian : SS/(n-1)	0.408153	
7	Dugaan deviasi standar lot (S): \sqrt{V}	0.638869	

8	Nilai Tengah sample $\bar{X} : \sum_{1}^{35} X_i / n$	31.88771	Lampiran 4
9	Batas spesifikasi atas : U	33	
10	Batas spesifikasi bawah : L	31	
11	Indeks kualitas $Q_U : (U - \bar{X}) / S$	1.741023	
12	Indeks kualitas bawah $Q_L : (\bar{X} - L) / S$	1.389509	
13	Tingkat penerimaan konstan	2,03	
14	Kriteria penerimaan: Q_L dibanding k Lot memenuhi kriteria dapat diterima jika $Q_L > k$	$1.389509 < 2,03$ Ditolak	

Tabel 4.14 Batas spesifikasi Tunggal – Form 2

No	Informasi dibutuhkan	Nilai diperoleh	Keterangan
1	Dugaan persen cacat Lot U : P_U	3,85 %	Lampiran 6
2	Dugaan persen cacat Lot L : P_L	8,08 %	
3	Total dugaan persen cacat lot : $P = P_U + P_L$	11,93 %	
4	Maksimum persen cacat lot yang dapat diterima : M	1,87 %	
5	Kriteria dapat diterima : Bandingkan $P = P_U + P_L$ dengan M Jadi lot diterima jika $P < M$	$11,93 \% > 1,87 \%$ Ditolak	

Hasil Perhitungan :

Tabel 4.15 Pemeriksaan Berdasarkan MIL-STD-414 dengan metode K (form 1)

No	Variabel	Q_L	k	Keputusan
1	<i>Grammature</i>	1.389509	2.03	Tolak
2	<i>Tensile Strength</i>	3.306524	2,03	Terima
3	<i>Thickness</i>	1.515834	1,57	Tolak
4	<i>Porosity</i>	2.820105	1,57	Terima

Tabel 4.16 Pemeriksaan Berdasarkan MIL-STD-414 dengan metode M (form 2)

No	Variabel	P	M	Keputusan
1	<i>Grammature</i>	11,93 %	1,87 %	Tolak
2	<i>Tensile Strength</i>	0,026 %	1,87 %	Terima
3	<i>Thickness</i>	15,75 %	5,57 %	Tolak
4	<i>Porosity</i>	0,468 %	5,57 %	Terima

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisa Peta Kontrol \bar{X} dan R

Dari pengamatan peta kontrol \bar{X} dan R dapat diketahui bahwa semua titik pengamatan untuk variabel *Grammature* dan *Tensile Strength* berada dalam batas kontrol, hal ini menunjukkan bahwa dua variabel tersebut berada dalam batas pengendalian (Gambar 4.1-4.4). Sedangkan peta kontrol \bar{X} dan R untuk variabel *Thickness* dan *Porosity* ada beberapa titik yang keluar dari batas kontrol.

Pada peta kontrol \bar{X} untuk *Porosity* terdapat dua titik yang keluar dari batas kontrol, dan ada satu titik pada peta kontrol R yang juga keluar dari batas kontrol (Gambar 4.7 dan 4.8). Untuk variabel *Thickness* terdapat satu titik yang menyimpang dan keluar dari batas peta kontrol \bar{X} (Gambar 4.5). Setelah penyimpangan tersebut disusun dalam tabel dan dibuat diagram Pareto, dapat diketahui ternyata penyimpangan yang paling dominan terdapat pada variabel *Porosity* sebesar 66,7 % dibandingkan dengan penyimpangan variabel *Thickness* sebesar 33,3 %. Hal ini menunjukkan adanya penyebab khusus (*Special Causes*) yang terjadi pada saat proses berlangsung. Penyebab khusus adalah sebab-sebab terjadinya penyimpangan yang tidak biasa terjadi saat proses berlangsung dan penyebab khusus ini harus dicari. Cara yang bisa digunakan untuk mencari penyebab khusus adalah dengan membuat diagram sebab akibat.

Karena ada data yang berada diluar batas kendali statistik maka harus dilakukan revisi terhadap peta kontrol \bar{X} dan R. Setelah dilakukan revisi maka akan terbentuk peta kontrol yang baru sehingga dapat ditentukan batas atas (UCL) dan batas bawah (LCL) yang baru. Setelah dilakukan revisi terhadap data yang menyimpang, peta kontrol \bar{X} dan R menunjukkan sudah tidak ada lagi penyimpangan yang berarti peta kontrol \bar{X} dan R sudah dalam keadaan terkendali. Berikut ini hasil pengolahan peta kontrol \bar{X} dan R awal dan revisi:

Tabel 5.1 Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R awal

No	Variabel	Peta kontrol \bar{X}			Peta kontrol R		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1	<i>Grammature</i>	32,74	31,94	31,14	2,10	1,38	0
2	<i>Tensile Strength</i>	4,56	4,15	3,74	1,44	0,68	0
3	<i>Thickness</i>	54,34	53,83	52,92	2,69	1,28	0
4	<i>Porosity</i>	62,80	59,94	57,07	9,87	4,67	0

Tabel 5.2 Batas Peta Kontrol \bar{X} dan R revisi

No	Variabel	Peta kontrol \bar{X}			Peta kontrol R		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1	<i>Grammature</i>	32,74	31,94	31,14	2,10	1,38	0
2	<i>Tensile Strength</i>	4,56	4,15	3,74	1,44	0,68	0
3	<i>Thickness</i>	54,31	53,60	52,89	2,72	1,28	0
4	<i>Porosity</i>	62,44	59,56	56,69	10,18	4,82	0

5.2 Pembahasan Diagram Sebab Akibat

Dari penelitian yang dilakukan pada perusahaan didapatkan data beberapa penyebab khusus (*special causes*) untuk setiap variabel yang terdapat pada kertas tipe VELLIN 60. Dari penyebab khusus yang tercatat dapat kita buat diagram sebab akibat, dan dari sinilah dapat kita lakukan perbaikan proses dengan lebih memperhatikan setiap penyebab khusus pada setiap variabel yang mungkin terjadi, sehingga kita dapat mengendalikan dan memperbaiki kualitas kertas. Berikut penjelasan dan saran perbaikan dengan menggunakan diagram sebab akibat yang telah dibuat untuk setiap sifat kertas tipe VELLIN 60:

a. *Grammature*

Setelah dilakukan pengamatan pada PT. Surya Zig Zag Kediri yang menjadi penyebab tidak stabilnya hasil produksi kertas rokok tipe VELLIN 60 adalah rendahnya *filler* pada bahan baku dan tekanan pada *steam dryer* dan *press* yang terlalu tinggi, hal ini terjadi didukung oleh kurang disiplinnya operator yang bertanggung jawab pada hal-hal tersebut, sehingga untuk memperbaiki proses harus diambil beberapa tindakan terutama pada hal-hal sebagai berikut:

- Penambahan *filler* pada bahan baku perlu dipantau terus agar konsentrasi penambahan sesuai dengan kebutuhan.
- Pengaturan tekanan pada *steam dryer* dan *press* perlu dipantau terus agar dapat ditentukan tekanan yang sesuai dengan *grammature* yang diinginkan.
- Tindakan yang lebih tegas terhadap operator yang tidak disiplin.

b. Tensile Strength

Setelah dilakukan pengamatan didapatkan data penyebab tidak stabilnya *Tensile Strength* hasil produksi VELLIN 60 adalah rendahnya konsentrasi *Polymin* di *Hydropulper*, tingginya konsentrasi CaCO_3 untuk bahan baku, *fourdryer* kotor, hal ini terjadi didukung oleh kurang disiplinnya operator yang bertanggung jawab pada hal-hal tersebut. Sehingga perlu diambil tindakan untuk memperbaiki keadaan tersebut, tindakan yang dilakukan adalah:

- Pemantauan konsentrasi *polymin* di *hydropulper* dan CaCO_3 agar dapat ditentukan konsentrasi yang sesuai.
- Pada bagian mesin *fourdryer* perlu sering dibersihkan serta tekanan pada *press* harus dipantau terus agar tidak terlalu tinggi.
- Tindakan yang lebih tegas terhadap operator yang tidak disiplin.

c. Thickness

Dari pengamatan yang telah dilakukan pada PT. Surya Zig Zag Kediri yang menjadi penyebab terjadinya penyimpangan atau tidak stabilnya variabel *Thickness* hasil produksi VELLIN 60 adalah rendahnya konsentrasi *polymin broke* dan CaCO_3 , *consist headbox* tinggi dan *moisture predryer* rendah, ditambah lagi dengan kurang disiplinnya operator yang bertanggung jawab pada hal-hal tersebut, sehingga perlu diambil tindakan-tindakan terutama hal-hal berikut ini:

- Konsentrasi CaCO_3 dan *polymin broke* harus terus dipantau agar didapatkan konsentrasi yang sesuai.
- Pengaturan *consist headbox* dan *moisture predryer* perlu dipantau terus sehingga didapatkan ukuran yang sesuai.
- Tindakan yang lebih tegas terhadap operator yang tidak disiplin.

d. Porosity

Dari peta kontrol \bar{X} dapat kita ketahui bahwa terdapat dua titik yang keluar dari batas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi masih belum dapat dikendalikan secara baik pada saat tersebut. Begitu juga pada peta kontrol R terdapat satu

titik yang keluar dari batas kontrol. Dari pengamatan yang dilakukan pada PT. Surya Zig Zag Kediri yang menjadi penyebab terjadinya penyimpangan atau tidak stabilnya *Porosity* hasil produksi VELLIN 60 adalah tingginya konsentrasi *broke* dan CaCO_3 untuk bahan baku, mesin *headbox*, *dandy roll*, dan *suction box* kotor serta *power tikler* rendah, hal ini terjadi karena kurang disiplinnya operator yang bertanggung jawab pada hal-hal tersebut, untuk memperbaiki proses produksi maka perlu diambil beberapa tindakan sebagai berikut:

- Konsentrasi *broke* dan CaCO_3 untuk bahan baku perlu disesuaikan lagi agar sesuai dengan tujuan.
- Pada bagian mesin *headbox*, *dandy roll*, dan *suction box* harus sering dibersihkan serta pengaturan *power tickler* harus terus dipantau agar didapat ukuran yang sesuai.
- Tindakan yang lebih tegas terhadap operator yang tidak disiplin.

5.3 Analisa Kemampuan Proses

Selanjutnya setelah mengetahui batas-batas dalam peta kontrol diatas langkah yang dilakukan adalah mengetahui kemampuan proses dari masing-masing variabel tersebut (Gambar 4.22-Gambar 4.25) dan kemungkinan proses menghasilkan produk yang tidak sesuai harapan.

Berikut hasil perhitungan nilai kemampuan proses C_p , CPL, CPU dan C_{pk} dari masing-masing variabel tersebut :

Tabel 5.3 Nilai kemampuan proses kertas VELLIN 60

No	Variabel	C_p	CPL	CPU	C_{pk}
1	<i>Grammature</i>	0,56	0,52	0,59	0,52
2	<i>Tensile Strength</i>	1,09	0,93	1,25	0,93
3	<i>Thickness</i>	1,26	1,01	1,51	1,01
4	<i>Porosity</i>	0,93	0,86	1,00	0,86

Standar C_p dan C_{pk} minimal harus sama dengan 1, yang menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi (Ariani,2004:181). Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk variabel *Grammature*, *Tensile Strength*, dan *Porosity* sifat nilai kemampuan prosesnya dibawah 1 sehingga menunjukkan bahwa proses tidak stabil. Berikut analisa kemampuan proses dari variabel-variabel diatas:

a. Grammaturre

Nilai C_p dan C_{pk} dibawah 1, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan proses untuk *Grammaturre* tidak baik (*not capable*), hal ini terjadi karena banyaknya nilai *Grammaturre* yang berada 31,3 dan 32,6. Seharusnya untuk mencapai nilai C_p dan C_{pk} yang baik maka nilai *Grammaturre* terfokus pada nilai 32,00. Maka perbaikan proses perlu dilakukan untuk mencapai kestabilan proses pada nilai 32,00.

b. Tensile Strength

Nilai C_{pk} dibawah 1, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan proses untuk *Tensile Strength* tidak baik (*not capable*). Hal ini terjadi karena banyak data yang tidak terfokus pada nilai tengah (4,00). Seharusnya untuk mencapai nilai C_p dan C_{pk} yang baik maka nilai *Tensile Strength* terfokus pada nilai tengah yaitu 4,00. Maka perbaikan proses perlu dilakukan untuk mencapai kestabilan proses pada nilai 4,00.

c. Thickness

Nilai C_p dan C_{pk} diatas 1, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan proses untuk *Thickness* sudah baik (*capable*), dapat dilihat bahwa data sudah terfokus pada nilai tengah (54,00) meskipun ada beberapa data yang masih berada diluar nilai tengah, akan tetapi secara umum menunjukkan bahwa proses produksi sudah berjalan dengan baik.

d. Porosity

Nilai C_p dan C_{pk} dibawah 1, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan proses untuk *Porosity* tidak baik (*not capable*). Hal ini terjadi karena banyak data yang berada diluar nilai tengah (60,00), padahal proses bisa dikatakan stabil jika data terfokus pada nilai 60,00. Sehingga perlu dilakukan perbaikan proses lebih lanjut untuk mencapai kestabilan *Porosity* pada nilai 60,00.

5.4 Analisa Penerapan *Military Standard 414*

Untuk kualitas sifat kertas VELLIN 60 yaitu pada sifat *Tensile Strength* dan *Porosity* dapat diterima, sedangkan dua sifat lain yaitu *Grammaturre* dan *Thickness* semuanya tertolak. Hal ini bisa dilihat dari hasil perhitungan dengan metode standar deviasi yang ada dalam *Military Standard 414*.

Pemeriksaan yang dilakukan menggunakan pemeriksaan tingkat IV atau tingkat normal. Sehingga dengan hasil dua sifat yang ditolak maka perlunya diperhatikan prosedur perpindahan dari jenis pemeriksaan normal ke ketat. Untuk barang yang *direject*, perusahaan perlu untuk mengambil langkah tertentu terhadap barang tersebut misalnya tetap menjualnya ke pasaran namun dengan memperhatikan konsumen yang akan

menggunakan barang tersebut, dengan catatan bahwa produk tersebut tidak mengalami penyimpangan yang besar. Sedangkan produk yang harus benar-benar dibuang atau diolah kembali, karena jika produk sampai ke tangan konsumen maka kepuasan pelanggan akan terganggu dan akhirnya menyebabkan pelanggan menjauh sehingga ruang lingkup pemasaran akan menjadi sempit.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan pembahasan yang dilakukan terhadap sifat kertas VELLIN 60 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari peta kontrol \bar{X} dan R menunjukkan bahwa untuk variabel *Grammature* dan *Tensile Strength* pada kertas VELLIN 60 semuanya berada dalam batas kendali, sedangkan peta kontrol untuk variabel *Thickness* dan *Porosity* menunjukkan bahwa ada beberapa titik yang berada di luar batas kontrol, hal ini menandakan variabel *Thickness* dan *Porosity* pada *Paper Machine #1* tidak terkendali.
2. Dari hasil analisis kemampuan proses pada proses produksi kertas VELLIN 60, terlihat bahwa untuk sifat kertas *Grammature*, *Tensile strength* dan *Porosity* nilai kapabilitas prosesnya kurang dari 1. Sedangkan untuk sifat kertas *Thickness* nilai kapabilitas prosesnya lebih dari 1, hal ini menunjukkan kemampuan *Paper Machine #1* untuk proses produksi kertas untuk variabel *Thickness* sudah baik.
3. Dari diagram sebab akibat dapat ditelusuri penyebab penyimpangan dan tidak konsistennya variabilitas sifat-sifat kertas VELLIN 60, sehingga perlu diambil tindakan yang cepat untuk memperbaiki proses yang bermasalah.
4. Dari pemeriksaan dengan menggunakan *Military Standard 414* terdapat dua sifat kertas yang tertolak yaitu *Grammature* dan *Thickness*, sedangkan yang dapat diterima adalah *Tensile Strength* dan *Porosity*.

6.2 Saran

1. Dilakukan analisa kapabilitas proses secara berkelanjutan.
2. Perlunya dilakukan teknik penerimaan sampel menggunakan *Military Standard 414* untuk meningkatkan tingkat penerimaan terhadap kualitas dari produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. (2002). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta : ANDI
- Besterfield, D.H. (1994). *Quality Control* (4th Edition). Singapore : Prentice-Hall, Inc
- Gaspers, V. (2001). *Total Quality Management*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Grant, E.L *Pengendalian Mutu Statistik 1* (edisi kedua). Jakarta : Erlangga
- Grant, E.L *Pengendalian Mutu Statistik 2* (edisi kedua). Jakarta : Erlangga
- Kuswadi dan Erna Mutiara, 2004, *Delapan Langkah Dan Tujuh Alat Statistik Untuk Peningkatan Mutu Berbasis Komputer*, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Montgomery, Douglas C., 1990, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Yogyakarta: UGM Press
- Muid, Abdul. 2004. *Analisis Pengendalian Kualitas Statistik Dengan Peta Kontrol dan Sampling Penerimaan pada Produksi Lampu PS EFA13SEL*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Spiegel, Murray R. 1994. *Statistika*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Supranto, Johannes, 1992, *Sampling Untuk Pemeriksaan*, Jakarta: UI Press.
- United States Department of Defence, 1957, *Sampling Procedure and Tables for Inspection by Variables for Percent Defective, MIL-STD 414*, Washington DC: Government Printing Office.

Lampiran 1 : Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel

Observasi Sampel n	Peta X			Peta S						Peta R						
	Faktor-faktor untuk batas Pengendalian			Faktor-faktor untuk Garis Tengah		Faktor-faktor untuk Batas Pengendalian				Faktor-faktor untuk Garis Tengah		Faktor-faktor untuk Batas Pengendalian				
	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	1/d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	1,253	0	3,267	0	2,506	1,128	0,8885	0,853	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	2,954	0,8052	1,128	0	2,568	0	2,276	1,693	0,5907	0,868	0	4,358	0	2,574
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	1,085	0	2,266	0	2,068	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9430	1,064	0	2,069	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,114
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,051	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,3946	0,848	0	5,075	0	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	1,042	0,110	1,882	0,113	1,806	2,704	0,3698	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	1,036	0,185	1,815	0,129	1,751	2,847	0,3512	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,3367	0,808	0,547	5,393	0,184	1,810
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,028	0,294	1,716	0,276	1,668	3,078	0,3249	0,797	0,637	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,025	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,3152	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,868	0,266	0,886	0,9776	1,023	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,3069	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	1,021	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,2988	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	1,019	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,2935	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,018	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,2880	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	1,017	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,2831	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,016	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,2787	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,015	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,2747	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,696	0,9862	1,014	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,2711	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	1,013	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,013	0,523	1,477	0,516	1,458	3,778	0,2647	0,724	1,606	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	1,012	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,011	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,011	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	1,010	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,2544	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

Sumber: Besterfield, 1998

Lampiran 2 : Konversi Nilai AQL

For specified AQL values falling within these ranges	Use this AQL value
— to 0.049	0.04
0.050 to 0.069	0.065
0.070 to 0.109	0.10
0.110 to 0.164	0.15
0.165 to 0.279	0.25
0.280 to 0.439	0.40
0.440 to 0.699	0.65
0.700 to 1.09	1.0
1.10 to 1.64	1.5
1.65 to 2.79	2.5
2.80 to 4.39	4.0
4.40 to 6.99	6.5
7.00 to 10.9	10.0
11.00 to 16.4	15.0

Lampiran 3 : Simbol Ukuran Sampel

Lot Size		Inspection Levels				
		I	II	III	IV	V
3 to	8	B	B	B	B	C
9 to	15	B	B	B	B	D
16 to	25	B	B	B	C	E
26 to	40	B	B	B	D	F
41 to	65	B	B	C	E	G
66 to	110	B	B	D	F	H
111 to	180	B	C	E	G	I
181 to	300	B	D	F	H	J
301 to	500	C	E	G	I	K
501 to	800	D	F	H	J	L
801 to	1,300	E	G	I	K	L
1,301 to	3,200	F	H	J	L	M
3,201 to	8,000	G	I	L	M	N
8,001 to	22,000	H	J	M	N	O
22,001 to	110,000	I	K	N	O	P
110,001 to	550,000	I	K	O	P	Q
550,001 and over		I	K	P	Q	Q

¹ Sample size code letters given in body of table are applicable when the indicated inspection levels are to be used.

Lampiran 4 : Inspeksi Normal dan Ketat – Batas Spesifikasi Tunggal – Bentuk 1

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▼	▼	1.12	.958	.765	.566	.341
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.45	1.34	1.17	1.01	.814	.617	.393
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	.874	.675	.455
E	7	↓	↓	↓	↓	2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	.955	.755	.536
F	10	↓	↓	↓	2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	.828	.611
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	.886	.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	.936	.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	.946	.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	.969	.745
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	.971	.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.06	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.845
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	

All AQL values are in percent defective.
 Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

Lampiran 5 : Inspeksi Normal dan Ketat – Batas Spesifikasi Tunggal – Bentuk 2 dan Batas Spesifikasi Tunggal

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels												
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.12	.958	.765	.566	.341
C	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.12	.958	.765	.566	.341
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.12	.958	.765	.566	.341
E	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.12	.958	.765	.566	.341
F	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.45	1.34	1.17	1.01	.814	.617	.393
G	5	↓	↓	↓	↓	↓	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	.874	.675	.455
H	7	↓	↓	↓	2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	.955	.755	.536
I	10	↓	↓	2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	.828	.611
J	10	↓	↓	2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	.828	.611
K	15	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	.886	.664
L	20	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695
M	20	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695
N	25	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	.936	.712
O	30	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	.946	.723
P	50	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	.774
Q	75	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	.804

All AQL values are in percent defective.

Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

Lampiran 6

Inspeksi Normal dan Ketat – Batas Spesifikasi Tunggal – Bentuk 2 dan Batas Spesifikasi Ganda

Sample size n	Sample size n	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																									
		.04		.045		.10		.15		.25		.40		.65		1.50		2.50		4.00		6.30		10.00		15.00	
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3																										
C	4																										
D	5																										
E	7																										
F	10																										
G	15																										
H	20																										
I	25																										
J	30																										
K	35																										
L	40																										
M	50																										
N	75																										
O	100																										
P	150																										
Q	200																										
		Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																									

All AQL and table values are in percent defective.

(Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds M plus, every item in the lot must be inspected.)

Lampiran 7 : Perkiraan Nilai Proporsi Kerusakan Produk (pL-pU)
Menggunakan Metode Standar Deviasi (Nilai-nilai Dalam Persen)

QU	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
0	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
0,1	47,24	46,67	46,44	46,26	46,16	46,10	46,08	46,06	46,05	46,05	46,04	46,03	46,03	46,02	46,02
0,2	44,46	43,33	42,90	42,54	42,35	42,24	42,19	42,16	42,15	42,13	42,11	42,10	42,09	42,08	42,08
0,3	41,63	40,00	39,37	38,87	38,60	38,44	38,37	38,33	38,31	38,29	38,31	38,25	38,24	38,22	38,22
0,31	41,35	39,67	39,02	38,50	38,23	38,06	37,99	37,95	37,93	37,91	37,89	37,87	37,86	37,84	37,84
0,32	41,06	39,33	38,67	38,14	37,86	37,69	37,62	37,58	37,55	37,54	37,51	37,49	37,48	37,46	37,46
0,33	40,77	39,00	38,32	37,78	37,49	37,31	37,24	37,20	37,18	37,16	37,13	37,11	37,10	37,09	37,08
0,34	40,49	38,67	37,97	37,42	37,12	36,94	36,87	36,83	36,80	36,78	36,75	36,73	36,72	36,71	36,71
0,35	40,20	38,33	37,62	37,06	36,75	36,57	36,49	36,45	36,43	36,41	36,38	36,36	36,35	36,33	36,33
0,36	39,91	38,00	37,28	36,69	36,38	36,20	36,12	36,08	36,05	36,04	36,01	35,98	35,97	35,96	35,96
0,37	39,62	37,67	36,93	36,33	36,02	35,83	35,75	35,71	35,68	35,66	35,63	35,61	35,60	35,59	35,58
0,38	39,33	37,33	36,58	35,98	35,65	35,46	35,38	35,34	35,31	35,29	35,26	35,24	35,23	35,22	35,21
0,39	39,03	37,00	36,23	35,62	35,29	35,10	35,01	34,97	34,94	34,93	34,89	34,87	34,86	34,85	34,84
0,40	38,74	36,67	35,88	35,26	34,93	34,73	34,65	34,60	34,58	34,58	34,53	34,50	34,49	34,48	34,47
0,41	38,45	36,33	35,54	34,90	34,57	34,37	34,28	34,24	34,21	34,19	34,16	34,13	34,12	34,11	34,10
0,42	38,15	36,00	35,19	34,55	34,21	34,00	33,92	33,87	33,85	33,83	33,79	33,77	33,76	33,74	33,74
0,43	37,85	35,67	34,85	34,19	33,85	33,64	33,56	33,51	33,48	33,46	33,43	33,40	33,39	33,38	33,37
0,44	37,56	35,33	34,50	33,84	33,49	33,28	33,20	33,15	33,12	33,10	33,07	33,04	33,03	33,02	33,01
0,45	37,26	35,00	34,16	33,49	33,13	32,92	32,84	32,79	32,76	32,74	32,71	32,68	32,67	32,66	32,65
0,46	36,96	34,67	33,81	33,13	32,78	32,57	32,48	32,43	32,40	32,38	32,35	32,32	32,31	32,30	32,29
0,47	36,66	34,33	33,47	32,78	32,42	32,21	32,12	32,07	32,04	32,02	31,99	31,97	31,94	31,94	31,93
0,48	36,35	34,00	33,12	32,43	32,07	31,85	31,77	31,72	31,69	31,67	31,63	31,61	31,60	31,58	31,58
0,49	36,05	33,67	32,78	32,08	31,72	31,50	31,41	31,36	31,33	31,31	31,28	31,25	31,24	31,23	31,22
0,50	35,75	33,33	32,44	31,74	31,37	31,15	31,06	31,01	30,98	30,96	30,93	30,90	30,89	30,87	30,87
0,51	35,44	33,00	32,10	31,39	31,02	30,80	30,71	30,66	30,63	30,61	30,57	30,55	30,54	30,52	30,52
0,52	35,13	32,67	31,76	31,04	30,67	30,45	30,36	30,31	30,28	30,26	30,23	30,20	30,19	30,17	30,17
0,53	34,82	32,33	31,42	30,70	30,32	30,10	30,01	29,96	29,93	29,91	29,88	29,85	29,84	29,83	29,82
0,54	34,51	32,00	31,08	30,36	29,98	29,76	29,67	29,62	29,59	29,57	29,53	29,51	29,49	29,48	29,48
0,55	34,20	31,67	30,74	30,01	29,64	29,41	29,32	29,27	29,24	29,22	29,19	29,16	29,15	29,14	29,13
0,56	33,88	31,33	30,40	29,67	29,29	29,07	28,98	28,93	28,90	28,88	28,85	28,82	28,81	28,79	28,79
0,57	33,57	31,00	30,06	29,33	28,95	28,73	28,64	28,59	28,56	28,54	28,51	28,48	28,47	28,45	28,45
0,58	33,25	30,67	29,73	28,99	28,61	28,39	28,30	28,25	28,22	28,20	28,17	28,14	28,13	28,12	28,11
0,59	32,93	30,33	29,39	28,66	28,28	28,05	27,96	27,92	27,89	27,87	27,83	27,81	27,70	27,78	27,77
0,60	32,61	30,00	29,05	28,32	27,94	27,72	27,63	27,58	27,55	27,53	27,50	27,47	2,745	27,45	27,44
0,61	32,28	29,67	28,72	27,98	27,60	27,39	27,30	27,25	27,22	27,20	27,17	27,14	27,13	27,11	27,11
0,62	31,96	29,33	28,39	27,65	27,27	27,05	26,96	26,92	26,89	26,87	26,83	26,81	26,80	26,78	26,78
0,63	31,63	29,00	28,05	27,32	26,94	26,72	26,63	26,59	26,56	26,54	26,50	26,48	25,47	25,45	25,45
0,64	31,30	28,67	27,72	26,99	26,61	26,39	26,31	26,26	26,23	26,21	26,18	26,15	26,14	26,13	26,12
0,65	30,97	28,33	27,39	26,66	26,28	26,07	25,98	25,93	25,90	25,88	25,85	25,83	25,82	15,80	15,80

Lampiran 7 Lanjutan

QU	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
0,66	30,63	28,00	27,06	26,33	25,96	25,74	25,66	25,61	25,58	25,56	25,53	25,51	25,49	25,48	25,48
0,67	30,30	27,67	26,73	26,00	25,63	25,42	25,33	25,29	25,26	25,24	25,21	25,19	25,17	25,16	25,16
0,68	29,96	27,33	26,40	25,68	25,31	25,10	25,01	24,97	24,94	24,92	24,89	24,87	24,86	24,84	24,84
0,69	29,61	27,00	26,07	25,35	24,99	24,78	24,70	24,65	24,62	24,60	24,57	24,55	24,54	24,53	24,52
0,70	29,27	26,67	25,74	25,03	24,67	24,46	24,38	24,33	24,31	24,29	24,26	24,24	24,23	24,21	24,21
0,71	28,92	26,33	25,41	24,71	24,35	24,15	24,02	24,02	23,99	23,96	23,95	23,92	23,91	23,90	23,90
0,72	28,57	26,00	25,09	24,39	24,03	23,85	23,75	23,71	23,68	23,67	23,66	23,61	23,60	23,59	23,59
0,73	28,22	25,67	24,76	24,07	23,72	23,52	23,44	23,40	23,37	23,36	23,33	23,31	23,30	23,29	23,28
0,74	27,86	25,33	24,44	23,75	23,41	23,21	23,13	23,09	23,07	23,05	23,02	23,00	22,99	22,98	22,98
0,75	27,50	25,00	24,11	23,44	23,10	22,90	22,83	22,79	22,76	22,75	22,72	22,70	22,69	22,68	23,67
0,76	27,13	24,67	23,97	23,12	22,79	22,60	22,52	22,48	22,46	22,44	22,42	22,40	22,39	22,38	22,37
0,77	26,77	24,33	23,47	22,81	22,48	22,30	22,22	22,18	22,16	22,14	22,12	22,10	22,09	22,08	22,08
0,78	26,39	24,00	23,15	22,50	22,18	21,99	21,92	21,89	21,86	21,85	21,82	21,80	21,79	21,79	21,78
0,79	26,02	23,67	22,83	22,19	21,87	21,70	21,63	21,59	21,57	21,55	21,53	21,51	21,50	21,49	21,49
0,80	25,64	23,33	22,51	21,88	21,57	21,40	21,33	21,29	21,27	21,26	21,23	21,22	21,21	21,20	21,21
0,81	25,25	23,00	22,19	21,58	21,27	21,10	21,04	21,00	20,98	20,97	20,94	20,93	20,92	20,91	20,91
0,82	24,86	22,67	21,87	21,27	20,98	20,81	20,75	20,71	20,69	20,68	20,65	20,64	20,63	20,62	20,62
0,83	24,47	22,33	21,56	20,97	20,68	20,52	20,46	20,42	20,40	20,39	2,035	20,35	20,35	20,34	20,34
0,84	24,07	22,00	21,24	20,67	20,39	20,23	20,17	20,14	20,12	20,11	20,09	20,07	20,06	20,06	20,05
0,85	23,67	21,67	20,93	20,37	20,10	19,94	19,89	19,86	19,84	19,82	19,80	19,79	19,78	19,78	19,77
0,86	23,26	21,33	20,62	20,07	19,81	19,66	19,60	19,57	19,56	19,54	19,53	19,51	19,51	19,50	19,50
0,87	22,84	21,00	20,31	19,78	19,52	19,38	19,32	19,30	19,28	19,27	19,25	19,24	19,23	19,22	19,22
0,88	22,42	20,67	20,00	19,48	19,23	19,10	19,04	19,02	19,00	18,99	18,98	18,96	18,96	18,95	18,95
0,89	21,99	20,33	19,69	19,19	18,95	18,82	18,77	18,74	18,73	18,72	18,70	18,69	18,69	18,68	18,68
0,90	21,55	20,00	19,38	18,90	18,95	18,54	18,50	18,47	18,46	18,45	18,43	18,42	18,42	18,41	18,41
0,91	21,11	19,67	19,07	18,61	18,67	18,27	18,22	18,20	18,19	18,18	18,17	18,16	18,15	18,15	18,15
0,92	20,66	19,33	18,77	18,33	18,39	18,00	17,96	17,94	17,92	17,92	17,90	17,89	17,89	17,88	17,88
0,93	20,20	19,00	18,46	18,04	18,11	17,73	17,69	17,67	17,66	17,65	17,64	17,63	17,63	17,62	17,62
0,94	19,24	18,67	18,16	17,76	17,84	17,46	17,43	17,41	17,40	17,39	17,38	17,37	17,37	17,36	17,36
0,95	19,25	18,33	17,86	17,48	17,57	17,20	17,17	17,15	17,14	17,13	17,12	17,12	17,11	17,11	17,11
0,96	18,76	18,00	17,56	17,20	17,29	16,94	16,91	16,89	16,88	16,88	16,87	16,86	16,86	16,86	16,85
0,97	18,25	17,67	17,25	16,92	16,76	16,68	16,65	16,63	16,63	16,62	16,61	16,61	16,61	16,60	16,60
0,98	17,24	17,33	16,96	16,65	16,49	16,42	16,39	16,38	16,37	16,37	16,36	16,36	16,36	16,36	16,36
0,99	17,21	17,00	16,66	16,37	16,23	16,16	16,14	16,13	16,12	16,12	16,12	16,11	16,11	16,11	16,11
1,00	16,67	16,67	16,36	16,10	15,97	15,91	15,89	15,88	15,88	15,87	15,87	15,87	15,87	15,87	15,87
1,01	16,11	16,33	16,07	15,83	15,72	15,66	15,64	15,63	15,63	15,63	15,63	15,62	15,62	15,62	15,62
1,02	15,51	16,00	15,78	15,56	15,46	15,41	15,40	15,39	15,39	15,39	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38
1,03	14,93	15,67	15,48	15,30	15,21	15,17	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15
1,04	14,31	15,33	15,19	15,03	14,96	14,92	14,91	14,91	14,91	14,91	14,91	14,91	14,91	14,91	14,91
1,05	13,66	15,00	14,91	14,77	14,71	14,68	14,67	14,67	14,67	14,67	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68

Lampiran 7 Lanjutan

QU QL	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
1,06	12,98	14,67	14,62	14,51	14,46	14,44	14,44	14,44	14,44	14,44	14,45	14,45	14,45	14,45	14,45
1,07	12,27	14,33	14,33	14,26	14,22	14,20	14,20	14,21	14,21	14,21	14,22	14,22	14,22	14,22	14,23
1,08	11,31	14,00	14,05	14,00	13,97	13,97	13,97	13,98	13,98	13,98	13,99	13,99	14,00	14,00	14,00
1,09	10,71	13,67	13,76	13,75	13,73	13,74	13,74	13,75	13,75	13,76	13,77	13,77	13,77	13,78	13,78
1,10	9,84	13,33	13,48	13,49	13,50	13,51	13,52	13,52	13,53	13,54	13,54	13,55	13,55	13,56	13,56
1,11	8,89	13,00	13,20	13,25	13,26	13,28	13,29	13,80	13,31	13,31	13,32	13,33	13,34	13,34	13,34
1,12	7,82	12,67	12,93	13,00	13,03	13,05	13,07	13,08	13,09	13,10	13,11	13,12	13,12	13,12	13,13
1,13	6,60	12,33	12,65	12,75	12,80	12,83	12,85	12,86	12,87	12,88	12,89	12,90	12,91	12,91	12,92
1,14	5,08	12,00	12,37	12,51	12,57	12,61	12,63	12,65	12,66	12,67	12,68	12,69	12,70	12,70	12,70
1,15	0,29	11,67	12,10	12,27	12,34	12,39	12,42	12,44	12,45	12,46	12,47	12,48	12,49	12,49	12,30
1,16	0,00	11,33	11,83	12,03	12,12	12,18	12,21	12,22	12,24	12,25	12,26	12,28	12,28	12,29	12,29
1,17	0,00	11,00	11,56	11,79	11,90	11,96	12,00	12,02	12,03	12,04	12,06	12,07	12,08	12,08	12,09
1,18	0,00	10,67	11,29	11,56	11,68	11,75	11,79	11,81	1,82	11,84	11,85	11,87	11,88	11,88	11,89
1,19	0,00	10,33	11,02	11,33	11,46	11,54	11,58	11,61	11,62	11,63	11,65	11,67	11,68	11,69	11,69
1,20	0,00	10,00	10,76	11,10	11,24	11,34	11,38	11,41	11,42	11,43	11,46	11,47	11,48	11,49	11,49
1,21	0,00	9,67	10,50	10,87	11,03	11,13	11,18	11,21	11,22	11,24	11,26	11,28	11,29	11,30	11,30
1,22	0,00	9,33	10,23	10,65	10,82	10,93	10,98	11,01	11,03	11,04	11,07	11,09	11,09	11,10	11,11
1,23	0,00	9,00	9,97	10,42	10,61	10,73	10,78	10,81	10,84	10,85	10,88	10,90	10,91	10,91	10,92
1,24	0,00	8,67	9,72	10,20	10,41	10,53	10,59	10,62	10,64	10,66	10,69	10,71	10,72	10,73	10,73
1,25	0,00	8,33	9,46	9,98	10,21	10,34	10,40	10,43	10,46	10,47	10,50	10,52	10,53	10,54	10,55
1,26	0,00	8,00	9,21	9,77	10,00	10,15	10,21	10,25	10,27	10,29	10,32	10,34	10,35	10,36	10,37
1,27	0,00	7,67	8,96	9,55	9,81	9,96	10,02	10,06	10,09	10,10	10,13	10,16	10,17	10,18	10,19
1,28	0,00	7,33	8,71	9,34	9,61	9,77	9,84	9,88	9,90	9,92	9,95	9,98	9,99	10,00	10,01
1,29	0,00	7,00	8,46	9,13	9,42	9,58	9,65	9,70	9,73	9,74	9,78	9,80	9,82	9,83	9,83
1,30	0,00	6,67	8,21	8,93	9,22	9,40	9,48	9,52	9,55	9,5	9,60	9,63	9,64	9,65	9,66
1,31	0,00	6,33	7,97	8,72	9,03	9,22	9,30	9,34	9,37	9,39	9,43	9,46	9,47	9,48	9,49
1,32	0,00	6,00	7,73	8,52	8,85	9,04	9,12	9,17	9,20	9,22	9,26	9,29	9,30	9,31	9,32
1,33	0,00	5,67	7,49	8,32	8,66	8,86	8,95	9,00	9,03	9,05	9,09	9,12	9,13	9,15	9,15
1,34	0,00	5,33	7,25	8,12	8,48	8,69	8,78	8,83	8,86	8,88	8,92	8,95	8,97	8,98	8,99
1,35	0,00	5,00	7,02	7,92	8,30	8,52	8,61	8,66	8,69	8,72	8,78	8,79	8,81	8,82	8,83
1,36	0,00	4,67	6,79	7,73	8,12	8,35	8,44	8,50	8,53	8,55	8,60	8,63	8,65	8,66	8,67
1,37	0,00	4,33	6,56	7,54	7,95	8,18	8,28	8,33	8,37	8,39	8,44	8,47	8,49	8,50	8,51
1,38	0,00	4,00	6,33	7,35	7,77	8,01	8,12	8,17	8,21	8,24	8,25	8,31	8,33	8,35	8,35
1,39	0,00	3,67	6,10	7,17	7,60	7,85	7,96	8,01	8,05	8,08	8,12	8,16	8,18	8,19	8,20
1,40	0,00	3,33	5,88	6,98	7,44	7,69	7,80	7,86	7,90	7,92	7,97	8,01	8,02	8,04	8,05
1,41	0,00	3,00	5,66	6,80	7,27	7,53	7,64	7,70	7,74	7,77	7,82	7,86	7,87	7,89	7,90
1,42	0,00	2,67	5,44	6,62	7,10	7,37	7,49	7,55	7,59	7,62	7,67	7,71	7,73	7,74	7,75
1,43	0,00	2,33	5,23	6,45	6,94	7,22	7,34	7,40	7,44	7,47	7,52	7,56	7,58	7,60	7,61
1,44	0,00	2,00	5,01	6,27	6,78	7,07	7,19	7,26	7,30	7,33	7,38	7,42	7,44	7,46	7,47
1,45	0,00	1,67	4,81	6,10	6,63	6,93	7,04	7,11	7,15	7,18	7,24	7,28	7,30	7,31	7,33

Lampiran 7 Lanjutan

QU	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
1,46	0,00	1,33	4,60	5,93	6,47	6,77	6,90	6,97	7,01	7,04	7,10	7,14	7,16	7,18	7,19
1,47	0,00	1,00	4,39	5,77	6,32	6,63	6,75	6,83	6,87	6,90	6,96	7,00	7,02	7,04	7,05
1,48	0,00	0,67	4,19	5,60	6,17	6,48	6,61	6,69	6,73	6,77	6,82	6,86	6,88	6,90	6,91
1,49	0,00	0,33	3,99	5,44	6,02	6,34	6,48	6,55	6,60	6,63	6,69	6,73	6,75	6,77	6,78
1,50	0,00	0,00	3,80	5,28	5,87	6,20	6,34	6,41	6,46	6,50	6,55	6,60	6,62	6,64	6,65
1,51	0,00	0,00	3,61	5,13	5,73	6,06	6,20	6,28	6,33	6,36	6,42	6,47	6,49	6,51	6,52
1,52	0,00	0,00	3,42	4,97	5,59	5,93	6,07	6,15	6,20	6,23	6,29	6,34	6,36	6,38	6,39
1,53	0,00	0,00	3,23	4,82	5,45	5,80	5,94	6,02	6,07	6,11	6,17	6,21	6,24	6,26	6,27
1,54	0,00	0,00	3,05	4,67	5,31	5,67	5,81	5,89	5,95	5,98	6,04	6,09	6,11	6,13	6,15
1,55	0,00	0,00	2,87	4,52	5,18	5,54	5,69	5,77	5,82	5,86	5,92	5,97	5,99	6,01	6,02
1,56	0,00	0,00	2,69	4,38	5,05	5,41	5,56	5,65	5,70	5,74	5,80	5,85	5,87	5,89	5,90
1,57	0,00	0,00	2,52	4,24	4,92	5,29	5,44	5,53	5,58	5,62	5,68	5,73	5,75	5,78	5,79
1,58	0,00	0,00	2,35	4,10	4,79	5,16	5,32	5,41	5,46	5,50	5,56	5,61	5,64	5,66	5,67
1,59	0,00	0,00	2,19	3,96	4,66	5,04	5,20	5,29	5,34	5,38	5,45	5,50	5,52	5,54	5,56
1,60	0,00	0,00	2,03	3,83	4,54	4,92	5,09	5,17	5,23	5,27	5,33	5,38	5,41	5,43	5,44
1,61	0,00	0,00	1,87	3,69	4,41	4,81	4,97	5,06	5,12	5,16	5,22	5,27	5,30	5,32	5,33
1,62	0,00	0,00	1,72	3,57	4,30	4,69	4,86	4,95	5,01	5,04	5,11	5,16	5,19	5,21	5,23
1,63	0,00	0,00	1,57	3,44	4,18	4,58	4,75	4,84	4,90	4,94	5,01	5,06	5,08	5,11	5,12
1,64	0,00	0,00	1,42	3,31	4,06	4,47	4,64	4,73	4,79	4,83	4,90	4,95	4,98	5,00	5,01
1,65	0,00	0,00	1,28	3,19	3,95	4,36	4,53	4,62	4,68	4,72	4,79	4,85	4,87	4,90	4,91
1,66	0,00	0,00	1,15	3,07	3,84	4,25	4,43	4,52	4,58	4,62	4,69	4,74	4,77	4,880	4,81
1,67	0,00	0,00	1,02	2,95	3,73	4,15	4,32	4,42	4,48	4,52	4,59	4,64	4,67	4,70	4,71
1,68	0,00	0,00	0,89	2,84	3,62	4,05	4,22	4,32	4,38	4,42	4,49	4,55	4,57	4,60	4,61
1,69	0,00	0,00	0,77	2,73	3,52	3,94	4,12	4,22	4,28	4,32	4,39	4,45	4,47	4,50	4,51
1,70	0,00	0,00	0,66	2,62	3,41	3,84	4,02	4,12	4,18	4,22	4,30	4,35	4,38	4,41	4,42
1,71	0,00	0,00	0,55	2,51	3,31	3,75	3,93	4,02	4,09	4,13	4,20	4,26	4,29	4,31	4,32
1,72	0,00	0,00	0,45	2,41	3,21	3,65	3,89	3,93	3,99	4,04	4,11	4,17	4,19	4,22	4,23
1,73	0,00	0,00	0,36	2,30	3,11	3,56	3,74	3,84	3,90	3,94	4,02	4,08	4,10	4,13	4,14
1,74	0,00	0,00	0,27	2,20	3,02	3,46	3,65	3,75	3,81	3,85	3,93	3,99	4,01	4,04	4,05
1,75	0,00	0,00	0,19	2,11	2,93	3,37	3,56	3,66	3,72	3,77	3,84	3,90	3,93	3,95	3,97
1,76	0,00	0,00	0,12	2,01	2,83	3,28	3,47	3,57	3,63	3,68	3,76	3,81	3,84	3,87	3,88
1,77	0,00	0,00	0,06	1,92	2,74	3,20	3,38	3,48	3,55	3,59	3,67	3,73	3,76	3,78	3,80
1,78	0,00	0,00	0,02	1,83	2,66	3,11	3,30	3,40	3,47	3,51	3,59	3,64	3,67	3,70	3,71
1,79	0,00	0,00	0,00	1,74	2,57	3,03	3,21	3,32	3,38	3,43	3,51	3,56	3,59	3,63	3,63
1,80	0,00	0,00	0,00	1,65	2,49	2,94	3,13	3,24	3,30	3,35	3,43	3,48	3,51	3,54	3,55
1,81	0,00	0,00	0,00	1,57	2,40	2,86	3,05	3,16	3,22	3,27	3,35	3,40	3,43	3,46	3,47
1,82	0,00	0,00	0,00	1,49	2,32	2,79	2,98	3,08	3,15	3,19	3,27	3,33	3,36	3,38	3,40
1,83	0,00	0,00	0,00	1,41	2,25	2,71	2,90	3,00	3,07	3,11	3,19	3,25	3,28	3,31	3,42
1,84	0,00	0,00	0,00	1,34	2,17	2,63	2,82	2,93	2,99	3,04	3,12	3,18	3,21	3,23	3,25
1,85	0,00	0,00	0,00	1,26	2,09	2,56	2,75	2,85	2,92	2,97	3,05	3,10	3,13	3,16	3,17

Lampiran 7 Lanjutan

1,86	0,00	0,00	0,00	1,19	2,02	2,48	2,68	2,78	2,85	2,89	2,97	3,03	3,06	3,09	3,10
1,87	0,00	0,00	0,00	1,12	1,95	2,41	2,61	2,71	2,78	2,82	2,90	2,96	2,99	3,02	3,03
1,88	0,00	0,00	0,00	1,06	1,88	2,34	2,54	2,64	2,71	2,75	2,83	2,89	2,92	2,95	2,96
1,89	0,00	0,00	0,00	0,99	1,81	2,28	2,47	2,57	2,64	2,69	2,77	2,83	2,85	2,88	2,90
1,90	0,00	0,00	0,00	0,93	1,75	2,21	2,40	2,51	2,57	2,62	2,70	2,76	2,79	2,82	2,83
1,91	0,00	0,00	0,00	0,87	1,68	2,14	2,34	2,44	2,51	2,56	2,63	2,69	2,72	2,75	2,77
1,92	0,00	0,00	0,00	0,81	1,62	2,08	2,27	2,38	2,45	2,49	2,57	2,63	2,66	2,69	2,70
1,93	0,00	0,00	0,00	0,76	1,56	2,02	2,21	2,32	2,38	2,43	2,51	2,57	2,60	2,62	2,64
1,94	0,00	0,00	0,00	0,70	1,50	1,96	2,13	2,25	2,32	2,37	2,45	2,51	2,54	2,56	2,58
1,95	0,00	0,00	0,00	0,65	1,44	1,90	2,09	2,19	2,26	2,31	2,39	2,45	2,48	2,50	2,52
1,96	0,00	0,00	0,00	0,60	1,38	1,84	2,03	2,14	2,20	2,25	2,33	2,39	2,42	2,44	2,46
1,97	0,00	0,00	0,00	0,56	1,33	1,78	1,97	2,08	2,14	2,19	2,27	2,33	2,36	2,39	2,40
1,98	0,00	0,00	0,00	0,51	1,27	1,73	1,92	2,02	2,09	2,13	2,21	2,27	2,30	2,33	2,34
1,99	0,00	0,00	0,00	0,47	1,22	1,67	1,86	1,97	2,03	2,08	2,16	2,22	2,25	2,27	2,29
2,00	0,00	0,00	0,00	0,43	1,17	1,62	1,81	1,91	1,98	2,03	2,10	2,16	2,19	2,22	2,23
2,01	0,00	0,00	0,00	0,39	1,12	1,57	1,76	1,86	1,93	1,97	2,05	2,11	2,14	2,17	2,18
2,02	0,00	0,00	0,00	0,36	1,07	1,52	1,71	1,81	1,87	1,92	2,00	2,06	2,09	2,11	2,13
2,03	0,00	0,00	0,00	0,32	1,03	1,47	1,66	1,76	1,82	1,87	1,95	2,01	2,04	2,06	2,08
2,04	0,00	0,00	0,00	0,29	0,98	1,42	1,61	1,71	1,77	1,82	1,90	1,96	1,99	2,01	2,03
2,05	0,00	0,00	0,00	0,26	0,94	1,37	1,56	1,66	1,73	1,77	1,85	1,91	1,94	1,96	1,98
2,06	0,00	0,00	0,00	0,23	0,90	1,33	1,51	1,61	1,68	1,72	1,80	1,86	1,89	1,92	1,93
2,07	0,00	0,00	0,00	0,21	0,86	1,28	1,47	1,57	1,63	1,68	1,76	1,81	1,84	1,87	1,88
2,08	0,00	0,00	0,00	0,18	0,82	1,24	1,42	1,52	1,59	1,63	1,71	1,77	1,79	1,82	1,84
2,09	0,00	0,00	0,00	0,16	0,78	1,20	1,38	1,48	1,54	1,59	1,66	1,72	1,75	1,78	1,79
2,10	0,00	0,00	0,00	0,14	0,74	1,16	1,34	1,44	1,50	1,54	1,62	1,68	1,71	1,73	1,75
2,11	0,00	0,00	0,00	0,12	0,71	1,12	1,30	1,39	1,46	1,50	1,58	1,63	1,66	1,69	1,70
2,12	0,00	0,00	0,00	0,10	0,67	1,08	1,26	1,35	1,42	1,46	1,54	1,59	1,62	1,65	1,66
2,13	0,00	0,00	0,00	0,08	0,64	1,04	1,22	1,31	1,38	1,42	1,50	1,55	1,58	1,61	1,62
2,14	0,00	0,00	0,00	0,07	0,61	1,00	1,18	1,28	1,34	1,38	1,46	1,51	1,54	1,57	1,58
2,15	0,00	0,00	0,00	0,06	0,58	0,97	1,14	1,24	1,30	1,34	1,42	1,47	1,50	1,53	1,54
2,16	0,00	0,00	0,00	0,05	0,55	0,93	1,10	1,20	1,26	1,30	1,38	1,43	1,46	1,49	1,50
2,17	0,00	0,00	0,00	0,04	0,52	0,90	1,07	1,16	1,22	1,27	1,34	1,40	1,42	1,45	1,46
2,18	0,00	0,00	0,00	0,03	0,49	0,87	1,03	1,13	1,19	1,23	1,30	1,36	1,39	1,41	1,42
2,19	0,00	0,00	0,00	0,02	0,46	0,83	1,00	1,09	1,15	1,20	1,27	1,32	1,35	1,38	1,39
2,20	0,000	0,000	0,000	0,013	0,437	0,803	0,968	1,061	1,120	1,161	1,233	1,287	1,314	1,340	1,352
2,21	0,000	0,000	0,000	0,010	0,413	0,772	0,936	1,028	1,087	1,128	1,199	1,253	1,279	1,305	1,318
2,22	0,000	0,000	0,000	0,006	0,389	0,743	0,905	0,996	1,054	1,095	1,166	1,219	1,245	1,271	1,283
2,23	0,000	0,000	0,000	0,003	0,366	0,715	0,857	0,965	1,023	1,063	1,134	1,186	1,212	1,238	1,250
2,24	0,000	0,000	0,000	0,002	0,345	0,687	0,845	0,935	0,992	1,032	1,102	1,154	1,180	1,205	1,218
2,25	0,000	0,000	0,000	0,001	0,324	0,660	0,816	0,905	0,962	1,002	1,071	1,123	1,148	1,173	1,186
2,26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,304	0,634	0,789	0,876	0,933	0,972	1,041	1,092	1,117	1,142	1,155
2,27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,258	0,609	0,762	0,848	0,904	0,943	1,011	1,062	1,087	1,112	1,124

Lampiran 7 Lanjutan

QU QL	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
2,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,267	0,585	0,735	0,821	0,876	0,915	0,982	1,033	1,058	1,082	1,094
2,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,561	0,710	0,794	0,849	0,887	0,954	1,004	1,029	1,053	1,065
2,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,233	0,538	0,685	0,769	0,823	0,861	0,927	0,977	1,001	1,025	1,037
2,31	0,000	0,000	0,000	0,000	0,218	0,516	0,661	0,743	0,797	0,834	0,900	0,949	0,974	0,997	1,009
2,32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,203	0,495	0,637	0,719	0,772	0,809	0,874	0,923	0,947	0,971	0,982
2,33	0,000	0,000	0,000	0,000	0,189	0,474	0,614	0,695	0,748	0,784	0,848	0,897	0,921	0,944	0,956
2,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,175	0,454	0,592	0,672	0,724	0,760	0,824	0,872	0,895	0,915	0,930
2,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,163	0,435	0,571	0,650	0,701	0,736	0,799	0,847	0,870	0,893	0,905
2,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,151	0,416	0,550	0,628	0,678	0,714	0,776	0,823	0,846	0,869	0,880
2,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,139	0,398	0,530	0,606	0,656	0,691	0,753	0,799	0,822	0,845	0,856
2,38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,128	0,381	0,510	0,586	0,635	0,670	0,730	0,777	0,799	0,822	0,833
2,39	0,000	0,000	0,000	0,000	0,118	0,364	0,491	0,566	0,614	0,648	0,709	0,754	0,777	0,799	0,810
2,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,109	0,348	0,473	0,546	0,594	0,628	0,687	0,732	0,755	0,777	0,787
2,41	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,332	0,455	0,527	0,575	0,602	0,667	0,711	0,733	0,755	0,766
2,42	0,000	0,000	0,000	0,000	0,091	0,317	0,437	0,509	0,555	0,588	0,646	0,691	0,712	0,734	0,744
2,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,083	0,302	0,421	0,491	0,537	0,569	0,627	0,670	0,692	0,713	0,724
2,44	0,000	0,000	0,000	0,000	0,076	0,288	0,404	0,474	0,519	0,551	0,608	0,651	0,672	0,693	0,703
2,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,069	0,275	0,389	0,457	0,501	0,533	0,589	0,632	0,653	0,673	0,684
2,46	0,000	0,000	0,000	0,000	0,063	0,262	0,373	0,440	0,484	0,516	0,571	0,613	0,634	0,654	0,664
2,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,249	0,359	0,425	0,468	0,499	0,553	0,595	0,615	0,635	0,646
2,48	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,237	0,344	0,409	0,452	0,482	0,536	0,577	0,597	0,617	0,627
2,49	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,226	0,331	0,394	0,436	0,466	0,519	0,560	0,580	0,600	0,609
2,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,214	0,317	0,380	0,421	0,451	0,503	0,543	0,563	0,582	0,592
2,51	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,204	0,304	0,366	0,407	0,436	0,487	0,527	0,546	0,565	0,575
2,52	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,193	0,292	0,352	0,392	0,421	0,472	0,511	0,530	0,549	0,558
2,53	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	0,184	0,280	0,339	0,379	0,407	0,457	0,495	0,514	0,533	0,542
2,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,174	0,268	0,326	0,365	0,393	0,442	0,480	0,499	0,517	0,527
2,55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,165	0,257	0,314	0,352	0,379	0,428	0,465	0,484	0,502	0,511
2,56	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,156	0,246	0,302	0,340	0,366	0,414	0,451	0,469	0,487	0,496
2,57	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,148	0,236	0,291	0,327	0,354	0,401	0,437	0,455	0,473	0,482
2,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,140	0,226	0,279	0,316	0,341	0,388	0,424	0,441	0,459	0,468
2,59	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,133	0,216	0,269	0,304	0,330	0,375	0,410	0,428	0,445	0,454
2,60	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,125	0,207	0,258	0,293	0,318	0,363	0,398	0,415	0,432	0,441
2,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,118	0,198	0,248	0,282	0,307	0,351	0,385	0,402	0,419	0,428
2,62	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,112	0,189	0,238	0,272	0,296	0,339	0,373	0,390	0,406	0,415
2,63	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,105	0,181	0,229	0,262	0,285	0,328	0,361	0,378	0,394	0,402
2,64	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,099	0,172	0,220	0,252	0,275	0,317	0,350	0,366	0,382	0,390
2,65	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,094	0,165	0,211	0,243	0,265	0,307	0,339	0,355	0,371	0,379

Lampiran 7 Lanjutan

QU	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
2,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,088	0,157	0,202	0,233	0,256	0,296	0,328	0,344	0,359	0,367
2,67	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,083	0,150	0,194	0,224	0,246	0,286	0,317	0,333	0,348	0,356
2,68	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,078	0,143	0,186	0,216	0,237	0,277	0,307	0,322	0,338	0,345
2,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,073	0,136	0,179	0,208	0,229	0,267	0,297	0,312	0,327	0,335
2,70	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,069	0,130	0,171	0,200	0,220	0,258	0,288	0,302	0,317	0,325
2,71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,064	0,124	0,164	0,192	0,212	0,249	0,278	0,293	0,307	0,315
2,72	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,118	0,157	0,184	0,204	0,241	0,269	0,283	0,298	0,305
2,73	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,112	0,151	0,177	0,197	0,232	0,260	0,274	0,288	0,296
2,74	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,107	0,144	0,170	0,189	0,224	0,252	0,266	0,279	0,286
2,75	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,049	0,102	0,138	0,163	0,182	0,216	0,243	0,257	0,271	0,277
2,76	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,097	0,132	0,157	0,175	0,219	0,235	0,249	0,262	0,269
2,77	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	0,092	0,126	0,151	0,168	0,201	0,227	0,241	0,254	0,260
2,78	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,087	0,121	0,145	0,162	0,194	0,220	0,233	0,246	0,252
2,79	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,083	0,115	0,139	0,156	0,187	0,212	0,225	0,238	0,244
2,80	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	0,079	0,110	0,133	0,150	0,181	0,205	0,218	0,230	0,237
2,81	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,075	0,105	0,128	0,144	0,174	0,198	0,211	0,223	0,229
2,82	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,071	0,101	0,122	0,138	0,168	0,192	0,204	0,216	0,222
2,83	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028	0,067	0,096	0,117	0,133	0,162	0,185	0,197	0,209	0,215
2,84	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,064	0,092	0,112	0,128	0,156	0,179	0,190	0,202	0,208
2,85	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,060	0,088	0,108	0,122	0,150	0,173	0,184	0,195	0,201
2,86	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,057	0,084	0,103	0,118	0,145	0,167	0,178	0,189	0,195
2,87	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,054	0,080	0,099	0,113	0,139	0,161	0,172	0,183	0,188
2,88	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,051	0,076	0,094	0,108	0,134	0,155	0,166	0,177	0,182
2,89	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,048	0,073	0,090	0,104	0,129	0,150	0,160	0,171	0,176
2,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,046	0,069	0,087	0,100	0,125	0,145	0,155	0,165	0,171
2,91	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,043	0,066	0,083	0,096	0,120	0,140	0,150	0,160	0,165
2,92	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,041	0,063	0,079	0,092	0,115	0,135	0,145	0,155	0,160
2,93	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,038	0,060	0,076	0,088	0,111	0,130	0,140	0,149	0,154
2,94	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,036	0,057	0,072	0,084	0,107	0,125	0,135	0,144	0,149
2,95	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,034	0,054	0,069	0,081	0,103	0,121	0,130	0,140	0,144
2,96	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,032	0,051	0,066	0,077	0,099	0,117	0,126	0,135	0,140
2,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,030	0,049	0,063	0,074	0,095	0,112	0,121	0,130	0,135
2,98	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,028	0,046	0,060	0,071	0,091	0,108	0,117	0,126	0,130
2,99	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,027	0,044	0,057	0,068	0,088	0,104	0,113	0,122	0,126
3,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,025	0,042	0,055	0,065	0,084	0,101	0,109	0,118	0,122
3,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,024	0,040	0,052	0,062	0,081	0,097	0,105	0,114	0,118
3,02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,022	0,038	0,050	0,059	0,078	0,093	0,101	0,110	0,114
3,03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,021	0,036	0,048	0,057	0,075	0,090	0,098	0,106	0,110
3,04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,019	0,034	0,045	0,054	0,072	0,087	0,094	0,102	0,106
3,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,018	0,032	0,043	0,052	0,069	0,083	0,091	0,099	0,103

Lampiran 7 Lanjutan

QU	Jumlah sampel														
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
3,06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,017	0,030	0,041	0,050	0,066	0,080	0,088	0,095	0,099
3,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,016	0,029	0,039	0,047	0,064	0,077	0,085	0,092	0,096
3,08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,015	0,027	0,037	0,045	0,061	0,074	0,081	0,089	0,092
3,09	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,014	0,026	0,036	0,043	0,059	0,072	0,079	0,086	0,089
3,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,013	0,024	0,034	0,041	0,056	0,069	0,076	0,083	0,086
3,11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,012	0,023	0,032	0,039	0,054	0,066	0,073	0,080	0,083
3,12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,011	0,022	0,031	0,038	0,052	0,064	0,070	0,077	0,080
3,13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,011	0,021	0,029	0,036	0,050	0,061	0,068	0,074	0,077
3,14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,010	0,019	0,028	0,034	0,048	0,059	0,065	0,071	0,075
3,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,018	0,026	0,033	0,046	0,057	0,063	0,069	0,072
3,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	0,017	0,025	0,031	0,044	0,055	0,060	0,066	0,069
3,17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,016	0,024	0,030	0,042	0,053	0,058	0,064	0,067
3,18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,015	0,022	0,028	0,040	0,050	0,056	0,062	0,065
3,19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,015	0,021	0,027	0,038	0,049	0,054	0,059	0,062
3,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,006	0,014	0,020	0,026	0,037	0,047	0,052	0,057	0,060
3,21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,013	0,019	0,024	0,035	0,045	0,050	0,055	0,058
3,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,012	0,018	0,023	0,034	0,043	0,048	0,053	0,056
3,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,011	0,017	0,022	0,032	0,041	0,046	0,051	0,054
3,24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,011	0,016	0,021	0,031	0,040	0,044	0,049	0,052
3,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,010	0,015	0,020	0,030	0,038	0,043	0,048	0,050
3,26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,009	0,015	0,019	0,028	0,037	0,041	0,046	0,048
3,27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,009	0,014	0,019	0,027	0,035	0,040	0,044	0,046
3,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,008	0,013	0,017	0,026	0,034	0,038	0,042	0,045
3,29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,008	0,012	0,016	0,025	0,032	0,037	0,041	0,043
3,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,007	0,012	0,015	0,024	0,031	0,035	0,039	0,042
3,31	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,007	0,011	0,015	0,023	0,030	0,034	0,038	0,040
3,32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,010	0,014	0,022	0,029	0,032	0,036	0,039
3,33	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,010	0,013	0,021	0,027	0,031	0,035	0,037
3,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,009	0,013	0,020	0,026	0,030	0,034	0,036
3,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,009	0,012	0,019	0,025	0,029	0,032	0,034
3,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,008	0,011	0,018	0,024	0,028	0,031	0,033
3,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,008	0,011	0,017	0,023	0,026	0,030	0,032
3,38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,007	0,010	0,016	0,022	0,025	0,029	0,031
3,39	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,007	0,010	0,016	0,021	0,024	0,028	0,029
3,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,007	0,009	0,015	0,020	0,023	0,027	0,028
3,41	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,006	0,009	0,014	0,020	0,022	0,026	0,027
3,42	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,006	0,008	0,014	0,019	0,022	0,025	0,026
3,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,005	0,008	0,013	0,018	0,021	0,024	0,025
3,44	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,005	0,007	0,012	0,017	0,020	0,023	0,024
3,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,005	0,007	0,012	0,016	0,019	0,022	0,023

Lampiran 7 Lanjutan

QU	Jumlah sampel														
QL	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50	75	100	150	200
3,86	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004
3,87	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004
3,88	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004
3,89	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004
3,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004

Sumber: ANSI/ASQC Z1.9, 1993