

**ANALISIS PENERAPAN *STATISTICAL QUALITY CONTROL*
UNTUK PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS PRODUK
DI PT. "X" MALANG**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

RUDI HARSONO

NIM : 0310622019 - 62

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN MESIN

MALANG

2007

**ANALISIS PENERAPAN *STATISTICAL QUALITY CONTROL*
UNTUK PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS PRODUK
DI PT. "X" MALANG**

SKRIPSI

KONSENTRSI TEKNIK INDUSTRI

Diajukan Untuk Melengkapi Sebagian Persyaratan Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

RUDI HARSONO
NIM. 0310622019 - 62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Ir. MASDUKI, MM.
NIP. 130 350 754

SUGIONO, ST., MT.
NIP. 132 310 281

**ANALISIS PENERAPAN *STATISTICAL QUALITY CONTROL*
UNTUK PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS PRODUK
DI PT. "X" MALANG**

Disusun Oleh:

RUDI HARSONO
NIM. 0310622019 - 62

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus
pada tanggal 21 Juni 2007**

DOSEN PENGUJI:

Penguji Skripsi I

Ir. WARDI KASIM, MT.
NIP. 130 531 844

Penguji Skripsi II

SUGIARTO, ST, MT.
NIP. 132 137 956

Penguji Komprehensif

Ir. SENTANU.
NIP. 130 518 937

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. SLAMET WAHYUDI, ST, MT.
NIP. 132 159 708



KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat **Allah SWT** yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik - Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Ir. Tjuk Oerbandono, MSc.CSE, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Ir. Masduki, MM., selaku Ketua Konsentrasi Teknik Industri.
4. Ir. Masduki, MM., selaku Dosen Pembimbing I dan Sugiono, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan semangat, bimbingan, pengarahan serta wawasan yang sangat berharga sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin yang ikut memberikan semangat, dukungan dan bantuannya selama mengerjakan Skripsi ini.

Mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi penulis pada khususnya dan pada umumnya berguna bagi perusahaan serta bagi penulis lain yang ingin mengembangkan karya ilmiah ini dikemudian hari.

Malang, Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.5. Asumsi	4
1.6. Manfaat Penelitian	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas	5
2.1.1. Sejarah Kualitas	5
2.1.2. Pengertian Kualitas	6
2.1.3. Klasifikasi Kualitas	7
2.1.4. Variabilitas Kualitas.....	8
2.2. Pengendalian Kualitas.....	9
2.2.1. Pengertian Pengendalian	9
2.2.2. Pengertian Pengendalian Kualiatas	10
2.2.3. Tujuan Pengendalian Kualitas.....	11
2.3. Pengendalian Kualitas Statistik.....	12
2.3.1. Pengertian Pengendalian Kualitas Statistik.....	12
2.3.2. Teknik Pengendalian Kualitas Statistik	17

2.3.3.	Alat-alat Pengendalian Kualitas Statistik	17
2.4.	Peta Kontrol	18
2.4.1	Pengertian Peta Kontrol	18
2.4.2	Macam-macam Peta Kontrol.....	22
2.4.2.1.	Peta Kontrol untuk Data Variabel.....	22
2.4.2.2.	Peta Kontrol untuk Data Atribut	25
2.4.3	Prosedur Pembuatan Peta Kontrol	26
2.4.3.1.	Prosedur Pembuatan Peta Kontrol $\bar{X}$ dan R	26
2.4.3.2 .	Prosedur Pembuatan Peta Kontrol np	31
2.5.	<i>Cause and Effect Diagram</i>	33
2.6.	Pareto Diagram	35
2.7.	Test Kecukupan Data	35
2.8.	Analisis Kemampuan Proses.....	37
2.8.1	<i>Indeks Potensial Proses (Cp)</i>	38
2.8.2	<i>Indeks Performance Proses (Cpk)</i>	39
2.9.	Sampling Penerimaan.....	39
2.9.1.	Macam-macam Perencanaan Sampel	41
2.9.2.	Kelebihan dan Kekurangan Sampel Penerimaan	42
2.9.3.	Pembentukan Lot	42
2.10.	ANSI / ASQC Z 1.4 (<i>MIL-STD-105D</i>).....	43
2.10.1.	Pengertian <i>Military Standard 105D</i>	43
2.10.2.	Jenis Pemeriksaan Pada <i>Military Standard 105D</i>	44
2.10.3.	Prosedur Penggunaan <i>Military Standard 105D</i>	45
2.11	Peta Proses Operasi	46
2.12	Alat-alat Pengukuran.....	54
2.12.1	Alat untuk mengukur Berat filter	54
2.12.2	Alat untuk mengukur <i>Circumference</i> filter	55
2.12.3	Alat untuk mengukur RTD filter.....	56
2.12.4	Alat untuk mengukur <i>Ovality</i> filter	57

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Metode Penelitian Operasional	59
3.2.	Metode pengumpulan Data	59

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	60
3.4. Diagram Alir Penelitian	60
3.4.1 Mulai	61
3.4.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	61
3.4.3 Studi Pustaka.....	61
3.4.4 Pengumpulan Data	61
3.4.5 Test Kecukupan Data	61
3.4.6 Peta Kontrol	62
3.4.7 Pemeriksaan ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D).....	62
3.4.8 Pareto Diagram.....	62
3.4.9 Diagram Sebab-akibat.....	62
3.4.10 Kesimpulan dan Saran	62

BAB IV. PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data	63
4.1.1. Data Variabel	63
4.1.2. Data Atribut.....	63
4.2. Test Kecukupan data	63
4.2.1. Untuk Data Variabel	63
4.2.2. Untuk Data Atribut	64
4.3 ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D).....	65
4.4 Peta Kontrol	66
4.4.1 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan R untuk Berat.....	66
4.4.2 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan S untuk <i>Circumference</i>	68
4.4.3 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan S untuk RTD.....	70
4.4.4 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan S untuk <i>Ovality</i>	71
4.4.5 Peta Kontrol untuk np	72
4.5 Analisis Kemampuan Proses.....	74
4.5.1 Analisis Kemampuan Proses untuk Berat.....	74
4.5.2 Analisis Kemampuan Proses untuk <i>Circumference</i>	75
4.5.3 Analisis Kemampuan Proses untuk RTD.....	76
4.5.4 Analisis Kemampuan Proses untuk <i>Ovality</i>	77

4.6 . Diagram Pareto.....	77
4.7 . Diagram Sebab-Akibat.....	77
4.7. 1 Diagram Sebab-Akibat untuk <i>Improper Cut</i>	79
4.7. 2 Diagram Sebab-Akibat untuk <i>Inner Adresive Missing</i>	80
4.7. 3 Diagram Sebab-Akibat untuk <i>Skew Cut</i>	82
4.7. 4 Diagram Sebab-Akibat untuk <i>Seam Weak/Open</i>	84
4.7. 5 Diagram Sebab-Akibat untuk Berat.....	85
4.7. 6 Diagram Sebab-Akibat untuk RTD.....	87
4.7. 7 Diagram Sebab-Akibat untuk <i>Ovality</i>	89
4.7. 8 Diagram Sebab-Akibat untuk <i>Circumference</i>	91

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	94
5.2. Saran.....	95

DAFTAR PUSTAKA..... 96

LAMPIRAN – LAMPIRAN

RINGKASAN

RUDI HARSONO, Juni 2007

Analisis Penerapan Statistical Quality Control untuk Pengendalian dan Peningkatan Kualitas Produk di PT "X" Malang.

Skripsi Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dosen Pembimbing: I. Ir. Masduki, MM.

II. Sugiono, ST., MT.

PT."X" merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi rokok. Filter rokok merupakan salah satu bahan baku didalam pembuatan rokok. Didalam proses pembuatan rokok filter banyak terjadi cacat yang disebabkan oleh rendahnya kualitas filternya sehingga menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Maka kualitas dari filter rokok perlu ditingkatkan, selain itu filter rokok merupakan tahap awal dari pembuatan rokok itu sendiri, maka dengan pengendalian pada tahap awal proses diharapkan proses selanjutnya akan menghasilkan produk yang berkualitas, sehingga tidak banyak material yang terbuang percuma. Dengan melakukan analisis *Statistical Quality Control* dapat mengurangi cacat tersebut.

Metode *Statistical Quality Control* adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk memonitor, mengelola, menganalisis, mengendalikan, dan memperbaiki kualitas proses dan produk. Pada Metode *Statistical Quality Control* ini menggunakan pengukuran output untuk mengendalikan proses dan mendeteksi penyebab terjadinya situasi yang berada diluar batas pengendali. Dan MIL STD 105D adalah teknik pengambilan sampel untuk data atribut. Dengan teknik pengambilan tersebut diharapkan adanya cacat dipasaran dapat dicegah.

Didalam penelitian ini diperoleh adanya pergeseran nilai rata-rata berat filter dari 79,80 gram/100 menjadi 79,95 gram/100, sedangkan untuk *circumference* diperoleh 24,47 mm dari yang target sebesar 24,45 mm, untuk *Resistance to Draw* (RTD) sebesar 423 mmH₂O dari target 418 mmH₂O, dan untuk *ovality* sesuai dengan target spesifikasi yaitu $\leq 0,39$ mm. Sehingga dari hasil perhitungan yang telah dilakukan tersebut dijadikan batas spesifikasi baru didalam penyusunan batas pengendali produk yang akan diproduksi guna meningkatkan kualitas produk yang akan dihasilkan. Sedangkan dengan *Military Standart 105D* (MIL STD 105D) nilai *Acceptance Quality Level* (AQL) dari data atribut sebesar 12%. Dari jumlah tersebut cacat tertinggi disebabkan oleh *improper cut* yaitu 31,6 %. Untuk mengendalikannya dengan melakukan pengantian pisau potong dan pengecekan batu gerinda yang dilakukan setiap awal pergantian shift yaitu disaat membersihkan mesin dan memberikan training ke operator untuk lebih memfokuskan terhadap cacat tersebut.

Kata kunci:

Statistical Quality Kontrol, Pengendalian Kualitas, Peningkatan Kualitas, Kualitas, Statistik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Di era modern saat ini, meningkatnya kebutuhan ekonomi mendorong konsumen lebih selektif terhadap suatu produk yang akan dikonsumsi. Selain itu, konsumen semakin peka terhadap kualitas produk yang akan dikonsumsi. Untuk itu perusahaan harus mampu menjaga kualitas produknya, karena kualitas produk merupakan salah satu karakteristik utama dalam organisasi atau perusahaan agar tetap *survive*. Jika suatu perusahaan tidak mampu untuk menjaga kualitas produknya maka suatu saat nanti produk yang dihasilkan akan ditinggalkan oleh konsumen dan dapat dipastikan perusahaan tersebut akan mengalami kerugian.

Untuk mendapatkan kualitas yang baik, diperlukan perbaikan kualitas yang terus menerus (*continuous quality improvement process*) dari berbagai elemen dan tingkatan pendukung dalam menciptakan produk. Didalam mencapai kualitas produk yang bermutu tinggi diperlukan pengendalian kualitas secara menyeluruh yang melibatkan seluruh komponen mulai dari atasan sampai bawahan. Di samping itu juga, harus ada komitmen dari manajemen dan semua pihak untuk menjaga kualitas produknya. Konsumen yang terpenuhi kepuasannya akan selalu setia pada produk tersebut, selain itu juga akan dapat mempengaruhi konsumen lain untuk membeli produk yang sama. Dengan demikian produk yang berkualitas tersebut, diharapkan akan dapat bersaing di pasaran secara sehat dengan produk lain yang sejenis.

Kualitas merupakan keseluruhan dari karakteristik produk dan jasa yang meliputi; *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dimana produk tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan. (Feigenbaum, 1991). Sedangkan dalam istilah ISO 8402 dan SNI 19-8402-1991 yang dimaksud dengan kualitas suatu produk atau jasa adalah merupakan keseluruhan karakteristik derajat suatu produk atau tingkatan dimana produk atau jasa tersebut mampu memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar, sehingga keinginan dari konsumen terpenuhi. Unsur dasar yang mempengaruhi kualitas suatu produk secara umum antara lain ; manusia, metoda, mesin, bahan baku, pengukuran, dan lingkungan kerja.

Pengendalian kualitas pada proses produksi filter disini perlu dijaga dan ditingkatkan, karena dengan pengendalian kualitas pada proses ini akan mempengaruhi proses selanjutnya. Karena untuk mendapatkan produk yang berkualitas harus didukung oleh bahan-bahan yang berkualitas pula. Proses produksi filter rokok merupakan tahap awal dari proses pembuatan rokok. Banyaknya produk rokok yang cacat dan turunnya efisiensi mesin pada *cigarette making machine* sering disebabkan oleh kualitas filter yang kurang baik. Kualitas tersebut meliputi parameter variabel dan atribut. Untuk mengetahui besarnya parameter variabel (Berat, *Cicumference*, *Resistance To Draw (RTD)*, *Ovality*,) didalam peningkatan dan pengendalian kualitas pada filter dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat *Quality Test Modular (QTM)*. Dengan alat ukur tersebut diharapkan keakurasian pengukuran dalam penelitian dapat dipertanggung jawabkan. Dilihat dari kondisi tersebut diatas jelas bahwa kualitas filter memegang peranan penting dalam menentukan proses selanjutnya, yaitu didalam rangkaian proses pembuatan rokok ini. Jadi, dari bahan yang berkualitas diharapkan akan menghasilkan produk yang berkualitas pula.

PT " X " adalah salah satu perusahaan penanaman modal asing yang memproduksi rokok dalam skala besar, karena kapasitas produksinya mencapai lebih dari 10 milyar batang pertahun. Untuk menjaga kualitas produk dengan jumlah produksi yang cukup tinggi, diperlukan sistem pengendalian kualitas secara ketat dan berkesinambungan dalam segala aspek. Pengendalian kualitas tersebut meliputi; proses penerimaan bahan baku, proses produksi, proses penyimpanan, proses pengiriman. Dalam hal ini, proses produksi merupakan salah satu bagian yang penting dalam menentukan produk yang berkualitas. Sehingga setiap bagian pada proses ini memerlukan perhatian secara serius, mulai dari awal sampai akhir proses produksi. Didalam pemilihan bahan merupakan awal dalam menentukan kualitas pada produk yang akan dihasilkannya. Karena untuk menghasilkan rokok yang berkualitas diperlukan bahan dan proses yang berkualitas pula, salah satu bahan penting dalam memproduksi rokok adalah filter.

Berdasarkan uraian di atas, mendorong penulis untuk melakukan penelitian akan pentingnya pengendalian kualitas statistik terhadap proses produksi filter agar didapatkan suatu produk yang berkualitas tinggi. Hal ini diharapkan agar produk cacat yang disebabkan oleh filter dapat dicegah atau diminimalkan pada proses

selanjutnya. Karena pengendalian ini merupakan rangkaian dari pengendalian mutu terpadu yang dilaksanakan di perusahaan dalam mewujudkan produk yang berkualitas tinggi dan kompetitif.

1.2 Rumusan Masalah.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Bagaimanakah penerapan *statistical quality control* pada proses produksi filter pada PT "X" Malang untuk mendapatkan hasil produk yang berkualitas?
2. Apa sajakah penyebab yang menimbulkan cacat pada produk filter di PT "X" Malang?
3. Tindakan-tindakan apa saja yang perlu dilakukan setelah analisis kemampuan proses?

Dari permasalahan yang ada dapat dirumuskan masalah penelitian adalah: "Bagaimanakah penerapan *Statistical Quality Control* dalam peningkatan pengendalian kualitas produk filter rokok dan faktor penyebab cacatnya serta tindakan-tindakan yang harus dilakukan?".

1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pada pokok materi dalam pengamatan yang dilakukan dalam penelitian, maka perlu di berikan batasan-batasan permasalahan. Adapun batasan-batasan yang diberikan adalah sebagai berikut;

1. Parameter variabel (*weight, circumference, rtd, ovality*) dan atribut (*improper cut, skew cut, inner adressive mising, seam weak /open*) yang diamati dalam penelitian ini.
2. Kualitas bahan baku filter diharapkan sudah memenuhi.
3. Faktor-faktor lain yang tidak tercantum dalam penelitian ini dianggap tidak berpengaruh signifikan dan dapat diabaikan.
4. Tidak dibahas teknik perbaikan pada mesin.

1.4 Tujuan Penelitian.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Menerapkan *statistical quality control* pada proses produksi filter di PT "X" Malang.
2. Mengidentifikasi sumber penyebab cacat produk pada proses produksi.
3. Dapat memberikan informasi terhadap tindakan yang akan di lakukan dalam proses produksi.

1.5 Asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Pemeriksaan sampel dilakukan secara acak terhadap populasi.
2. Kondisi fisik lingkungan pekerjaan tidak berbeda dengan kondisi fisik pada saat sedang dilakukan penelitian.

1.6 Manfaat Penelitian.

Manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

- 1 Bagi mahasiswa;
Memberikan pengalaman baru dalam hal penelitian khususnya pengendalian kualitas statistik pada proses produksi, dan diharapkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat menambah bahan pustaka dalam pengembangan manajemen kualitas dan dapat dijadikan bahan acuan bagi penelitian-penelitian sejenis.
- 2 Bagi perusahaan
Memberikan masukan dalam mengevaluasi pengendalian kualitas untuk lebih baik dan sebagai pertimbangan pengambilan keputusan perusahaan tentang pengendalian kualitas yang diperlukan.

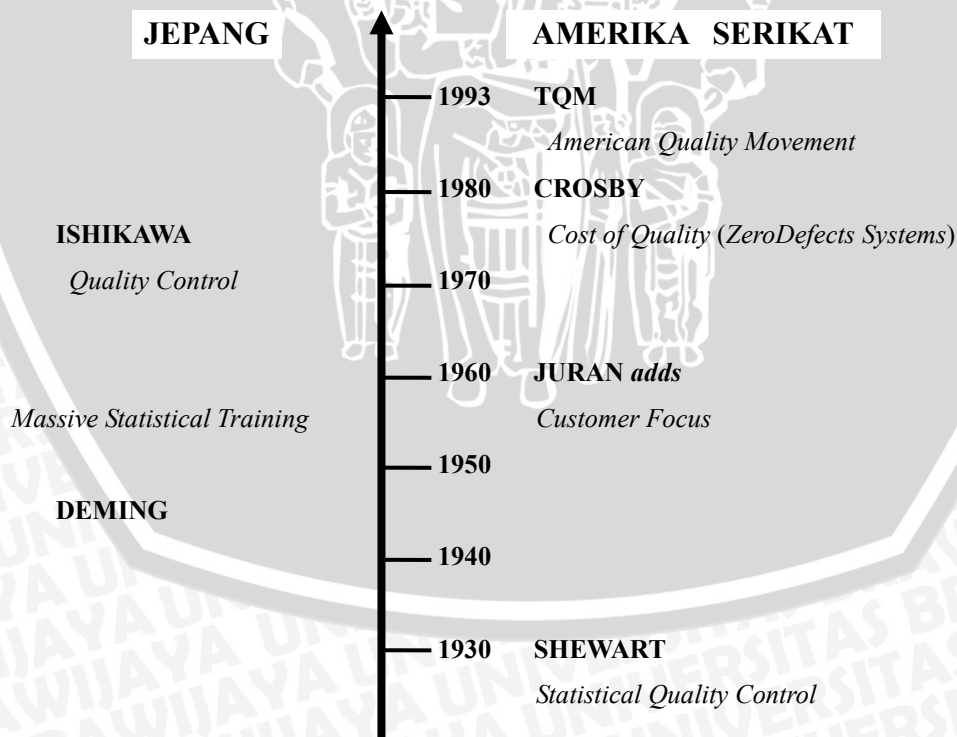
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

2.1.1 Sejarah Kualitas

Penelitian tentang kualitas dimulai dari ditemukannya *statistical quality control* dengan diagram kontrol oleh Dr. Walter Andrew Shewhart pada sekitar tahun 1942 sampai sekarang ini perkembangannya. Mengingat begitu pentingnya kualitas suatu produk, maka perkembangan dalam pengendalian kualitas cukup pesat. Pada saat ini seolah olah produk yang terjual harus ada jaminan akan kualitas. Dengan semakin tingginya kepedulian konsumen terhadap kualitas suatu produk maka setiap perusahaan berusaha untuk menjaga kualitas suatu produk tersebut agar dapat memenuhi kepuasan konsumen. Gambaran tentang perkembangan kualitas secara evolusi, baik di Amerika Serikat maupun di Jepang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini;



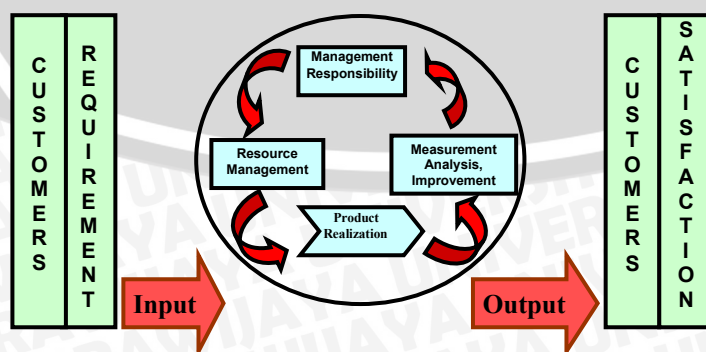
Gambar 2.1 Evolusi Kualitas
Sumber: M.N.Nasution, 2006

2. 1. 2 Pengertian Kualitas

Di era modern seperti sekarang ini, kualitas menjadi faktor utama keputusan konsumen didalam memilih produk atau jasa yang diperlukan. Menurut Deming, kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa yang akan datang.

Dalam istilah ISO 8402 dan SNI 19-8402-1991 yang dimaksud dengan kualitas suatu produk atau jasa adalah merupakan keseluruhan karakteristik derajat suatu produk atau tingkatan dimana produk atau jasa tersebut mampu memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar, sehingga keinginan dari konsumen terpenuhi.

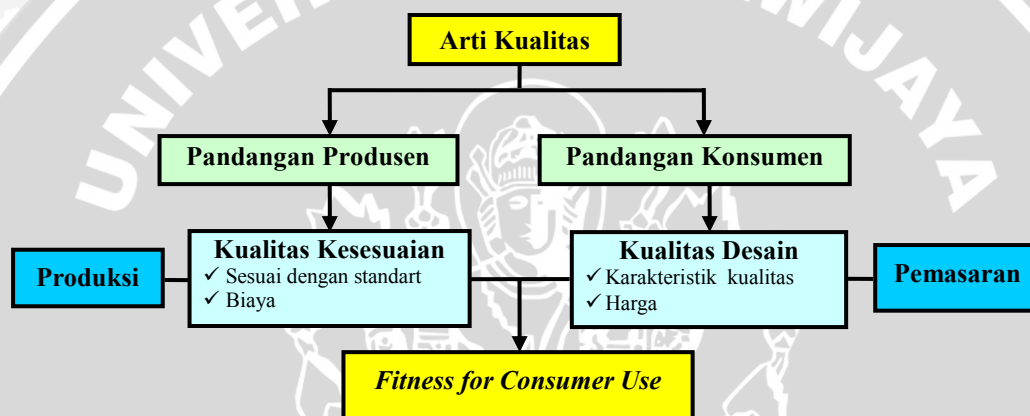
Sedangkan Feigenbaum mendefinisikan kualitas merupakan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing*, *engineering*, *manufacture*, dan *maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan (*customers requirement*) dan harapan atau kepuasan pelanggan (*customers satisfaction*), seperti dapat dilihat pada Gambar 2.2. Begitu pentingnya akan produk yang berkualitas, maka dalam hal ini menjadi fokus yang utama saat ini didalam suatu perusahaan. Pentingnya kualitas tesebut dapat dijelaskan dalam dua sudut, yaitu dari sudut manajemen operasional, dan manajemen pemasaran. Dilihat dari sudut manajemen operasional, kualitas produk merupakan salah satu kebijakan penting dalam meningkatkan daya saing produk yang harus memberikan kepuasan kepada konsumen yang lebih atau paling tidak sama dengan produk pesaing. Dilihat dari sudut pemasaran, kualitas produk merupakan salah satu unsur utama dalam bauran pemasaran (*marketing mix*), yaitu produk, harga, promosi, dan saluran distribusi yang dapat meningkatkan volume penjualan dan memperluas pangsa pasar.



Gambar 2.2 Quality Manajemen System

Sumber: Vincent Gaspersz, 2006 (ISO 9001:2000)

Secara umum dapat dikatakan bahwa kualitas produk atau jasa itu akan dapat diwujudkan bila orientasi seluruh kegiatan perusahaan atau organisasi tersebut berorientasi pada kepuasan pelanggan. Apabila diperhatikan, maka kualitas memiliki dua perspektif yaitu perspektif produsen dan perspektif konsumen, dimana apabila keduanya disatukan akan dapat tercapai kesesuaian antara kedua sisi tersebut sebagai kesesuaian yang digunakan oleh konsumen. Kesesuaian tersebut bila ditemukan akan tercipta pada satu kata yaitu "*Fitness for consumer use*". Kesesuaian antara produsen dengan konsumen tersebut dapat membuat suatu standar yang disepakati bersama dan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan kedua belah pihak. Seperti terlihat pada Gambar 2.3 dibawah ini;



Gambar 2.3 Perspektif Kualitas Produk
Sumber: Russel, dalam Dorothea W.A , 2004

2. 2. 3 Klasifikasi Kualitas

Di dalam industri manufaktur, terdapat beberapa dimensi yang digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas tersebut dinilai. Dimensi tersebut (Garvin: 1996) meliputi ;

1. **Performance**, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. **Feature**, yaitu ciri khas yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. **Reliability**, yaitu kepercayaan kepercayaan pelanggan terhadap produk karena kehandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.

4. **Conformance**, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standart yang telah ditetapkan.
5. **Durability**, yaitu tingkat ketahanan atau awet produk atau lama umur produk.
6. **Servicebility**, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
7. **Aesthetic**, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
8. **Perception**, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

Kualitas suatu produk harus memenuhi syarat-syarat dari konsumen yang akan menggunakannya. Oleh karena itu ditinjau dari kecocokan penggunaannya, Montgomery (1998:2) kualitas suatu produk dapat diklasifikasikan dalam dua bagian, yaitu :

1. Kualitas Rancangan (*Quality of Design*)

Adalah perbedaan tingkat kualitas yang terjadi sebagai hasil perbedaan disengaja antara jenis barang dan jasa yang dihasilkan yang meliputi desain bentuk benda, komposisi warna, dan jenis bahan yang digunakan.

2. Kualitas Kecocokan (*Quality of Conformance*)

Adalah seberapa baik produk tersebut sesuai spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh perancangan. Kualitas ini dipengaruhi misalnya oleh pemilihan proses pembuatan, pengawasan kerja, sistem jaminan mutu yang digunakan.

2. 2. 4 Variabilitas Kualitas.

Menurut Vincent Gaspersz (2003:15) “Variasi adalah ketidakseragaman dalam proses operasional sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas produk (barang atau jasa) yang dihasilkan”.

Sedangkan Montgomery (1998: 28) mengatakan, ”Tidak ada dua unit produk yang dihasilkan oleh suatu proses produksi itu identik”. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa dalam suatu proses produksi bagaimanapun baiknya perancangan akan selalu ada variabilitas dasar dimana akan terjadi variasi kualitas antara satu produk dengan produk lainnya.

Variabilitas kualitas dapat dibedakan atas:

1. Variasi normal

Yaitu pengaruh kumulatif dari banyak sebab-sebab kecil yang pada dasarnya sulit dikenali. Ciri-ciri lain adalah variasi ini diakibatkan oleh sebab-sebab umum, mempunyai pola yang stabil, terus ada dan menjadi bagian dari suatu proses, tidak bisa dihindari. Apabila gangguan dasar suatu proses relatif kecil, maka biasanya dipandang sebagai tingkat yang dapat diterima dari peranan proses.

2. Variabilitas tidak normal.

Ciri dari variabilitas ini antara lain adalah disebabkan oleh sebab khusus, besar dan mudah dikenali, mempunyai pola yang tidak stabil, tidak selalu ada dan bukan bagian tetap dari suatu proses, serta bisa dihindari. Variabilitas ini dalam karakteristik kualitas biasanya timbul dari tiga sumber yaitu: mesin, operator dan bahan baku yang cacat. Variasi seperti ini pada umumnya lebih besar apabila dibandingkan dengan variasi normal dan merupakan tingkat yang tidak dapat diterima dari peranan proses.

2.2 Pengendalian Kualitas.

2.2.1 Pengertian Pengendalian.

Pengendalian adalah merupakan suatu kegiatan atau usaha untuk menjamin agar hasil dari perencanaan dan pelaksanaannya sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan serta hasil dari proses tersebut lebih bisa diperkirakan. Berdasarkan waktu pelaksanaan pengendalian, dapat dikenal tiga macam pengendalian yaitu :

1. *Preventive Control*

Yaitu pengendalian yang dilakukan sebelum proses produksi dilakukan. Pengendalian ini dimaksudkan agar proses produksi berjalan lancar sesuai dengan rencana produksi dan biaya yang telah ditetapkan dan mencegah atau menghindari produk cacat. Kegiatan tersebut meliputi pengecekan terhadap mesin-mesin, bahan baku, tenaga kerja dan alat-alat produksi.

2. *Monitoring Control*

Yaitu pengendalian yang dilakukan pada waktu proses produksi berlangsung. Tujuannya untuk mengendalikan agar hasil akhir suatu produk sesuai dengan rencana. Jika terjadi penyimpangan harus segera dikoreksi

pada mesin, proses, tenaga kerja, bahan baku, dan lain-lain.

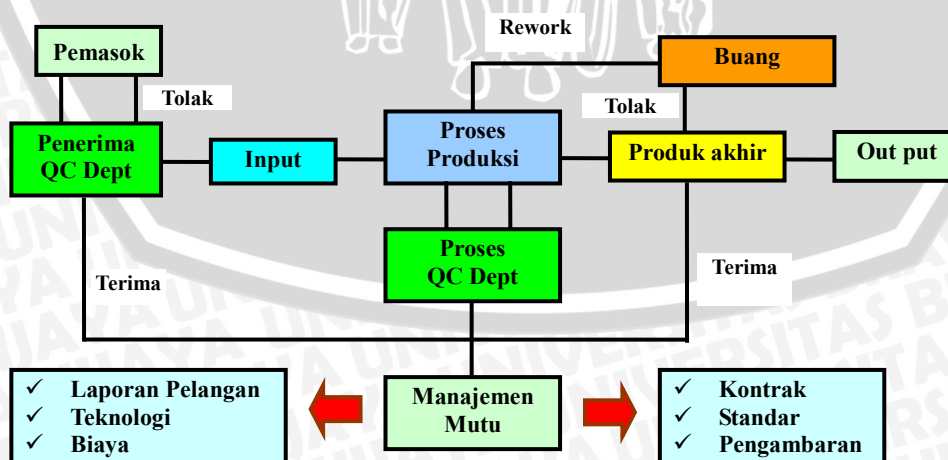
3. *Repressive Control*

Yaitu pengendalian dilakukan setelah semua proses selesai (telah menjadi barang jadi). *Repressive Control* tidak dapat mencegah penyimpangan-penyimpangan yang terjadi, tetapi dapat mencegah penyimpangan untuk produk yang akan datang. Dalam penelitian ini menggunakan pengendalian ini.

2. 2. 2 Pengertian Pengendalian Kualitas.

Di dalam perkembangannya, kualitas dan manajemen kualitas telah mengalami evolusi menjadi Total Quality Manajemen (TQM). Secara filosofi, TQM berisi dua komponen yang saling berhubungan, yaitu sistem manajemen dan sistem teknik (Krumwiede dan Sheu, 1996). Sistem manajemen berkaitan dengan perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, dan pengolahan proses sumber daya manusia yang berkaitan dengan kualitas produk atau jasa. Sedangkan sistem teknik melibatkan jaminan kualitas dalam desain produk, perencanaan dan desain proses, dan pengendalian bahan baku, produk antara atau produk dalam proses, dan produk jadi.

Agar produk yang dihasilkan sampai ke konsumen tetap bermutu tinggi, maka dilakukan berbagai inspeksi di beberapa waktu dan tempat. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 2.4 berikut ini ;



Gambar 2.4 Sistem Pengendalian Kualitas

Sumber: Tersine, dalam Dorothea, 2004

Untuk menjaga konsistensi kualitas produk dan jasa yang dihasilkan dan sesuai dengan kebutuhan pasar, perlu dilakukan pengendalian kualitas atas aktivitas yang dijalani. pengendalian kualitas tersebut dapat dilaksanakan ;

- ✂ Pada waktu bahan baku masih ada di tangan pemasok.
- ✂ Pada waktu bahan baku sampai di tangan perusahaan tersebut.
- ✂ Sebelum proses dimulai.
- ✂ Selama proses produksi berlangsung.
- ✂ Setelah proses produksi.
- ✂ Sebelum dikirim kepada pelanggan.

2. 2. 3 Tujuan Pengendalian Kualitas.

Industri penghasil barang atau jasa dihadapkan pada tuntutan yang cukup berat. Mengingat konsumen sangat meningkatkan tuntutan atau kepedulian mereka akan kualitas, dan kecenderungan ini kiranya diperkuat oleh tekanan dimasa yang akan datang. Sebagai akibat dari tuntutan konsumen yang meningkat akan kualitas, dan pengembangan teknologi produk baru, maka perusahaan menginginkan produk yang dipasarkan selalu sesuai dengan harapan konsumen dan perusahaan itu sendiri. (Montgomery, 1998:26) mengatakan bahwa, “secara singkat, tantangan kualitas yang dihadapi industri adalah :

1. Untuk meningkatkan kualitas produk dan pelayanan kepada konsumen.
2. Memodernkan praktik kualitas modern.
3. Melakukan pengurangan biaya operasional kualitas.

Sehingga dapat disimpulkan secara garis besar tujuan pengendalian kualitas adalah:

1. Mengarahkan pada perbaikan kualitas produk dan mengendalikan proses produksi sehingga dapat tercapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Meneliti dengan cepat terjadinya pergeseran proses produksi sehingga penelitian terhadap penyimpangan-penyimpangan yang terjadi dan tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai terproduksi.
3. Untuk menghasilkan produk dan jasa yang memenuhi persyaratan pelanggan dan memperoleh kepercayaan pelanggan.
4. Untuk membantu karyawan memperbaiki kesalahannya dan meningkatkan kemampuannya dalam mencapai sasaran perusahaan.

2.3 Pengendalian Kualitas Statistik.

2.3.1 Pengertian Pengendalian Kualitas Statistik.

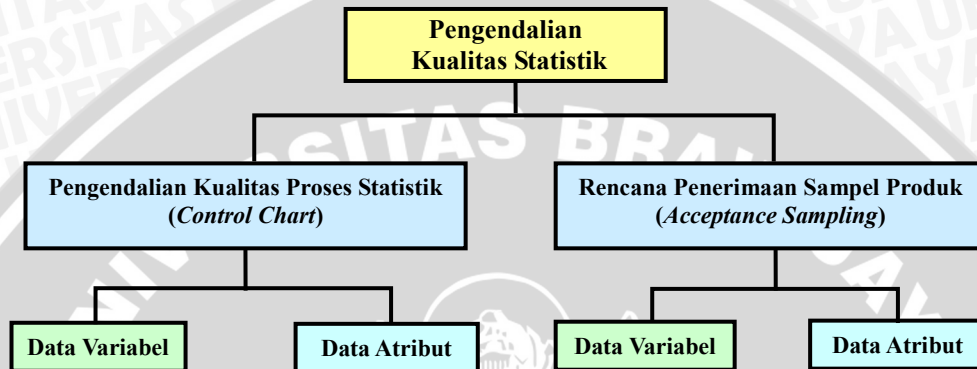
Pengendalian kualitas statistik adalah salah satu teknik dalam TQM yang digunakan untuk mengendalikan dan mengelola proses baik manufaktur maupun jasa melalui penggunaan metode statistik (Besterfield, 1998). Sedangkan Hari Purnomo (2003:163) mengatakan bahwa pengendalian kualitas statistik adalah alat bantu manajemen untuk menjamin kualitas karena pada dasarnya tidak ada dua produk yang dihasilkan oleh suatu proses produksi itu sama benar, sehingga tidak dapat dihindari adanya variasi. Sehingga dengan pengendalian kualitas statistik dapat digunakan dalam menyidiki dengan cepat terjadinya sebab-sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian hingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi. Sehingga pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, memperbaiki produk dan proses menggunakan metode statistik. Secara umum dapat dikatakan bahwa pengendalian kualitas statistik adalah tindakan pengendalian kualitas dengan menggunakan metode statistik dalam pengumpulan dan penganalisaan data untuk menjaga hasil kualitas hasil produksi yang standar. Penerapan metode-metode statistik dalam perbaikan kualitas produk tidak dapat berhasil tanpa dukungan manajemen, karyawan, dan kerja tim, tapi kesemuanya berbaur dalam satu team.

Pada kenyataannya pengendalian kualitas statistik meliputi penganalisaan sampel dan menarik kesimpulan mengenai karakteristik dari suatu barang (populasi) dimana sampel tersebut diambil. Dengan menggunakan sampling dan penarikan kesimpulan secara statistik, maka pengendalian kualitas statistik dapat digunakan untuk mengawasi proses dan sekaligus kualitas produk yang sedang dikerjakan.

Apabila pengendalian kualitas statistik digunakan untuk penerimaan atau penolakan seluruh hasil produk atau dasar sampel maka disebut sampling penerimaan. Dalam hal sampling penerimaan seluruh hasil produksi ditolak jika sampel cacat menyatakan lebih atau sama dari jumlah yang ditetapkan (diijinkan) untuk ditolak. Jika jumlah penolakan tidak dapat diputuskan maka dilakukan penambahan sampel yang diambil, ini disebut *multiple sampling*. Dalam penelitian

ini, untuk data atribut menggunakan sampling penerimaan dengan metode *Military Standart 105D* (MIL STD 105D).

Selanjutnya, pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) secara garis besar digolongkan menjadi dua, yaitu pengendalian proses statistik (*statistical process control*) atau *control chart* dan rencana penerimaan sampel produk (*acceptance sampling*). Hal ini lebih jelas dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini ;



Gambar 2.5 Pengendalian Kualitas Statistik

Sumber: Dorothea W.A, 2004

Secara garis besar dari gambar diatas tampak bahwa pengendalian kualitas dapat dibagi dua golongan menurut jenis data 2 bagian, yaitu :

1. Penggunaan peta kontrol (*control chart*).
2. Sampling penerimaan (*acceptance sampling*).

Dari kedua teknik ini, keputusan kualitas statistik selanjutnya akan dibagi lagi dengan melihat dari karakteristik kualitas yang diukur.

Karakteristik kualitas yang diukur dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. Karakteristik berdasarkan variabel

Adalah karakteristik kualitas yang dinyatakan dalam bentuk ukuran angka seperti dimensi, berat, volume, panjang, dan lain-lain. Data variabel memberikan lebih banyak informasi dari pada data atribut. Namun data variabel tidak dapat digunakan mengetahui karakteristik kualitas seperti banyaknya kesalahan atau prosentase kesalahan suatu proses. Data variabel dapat menunjukkan seberapa jauh penyimpangan dari standar proses, sementara data atribut tidak dapat menunjukkan informasi tersebut.

2. Karakteristik berdasarkan atribut

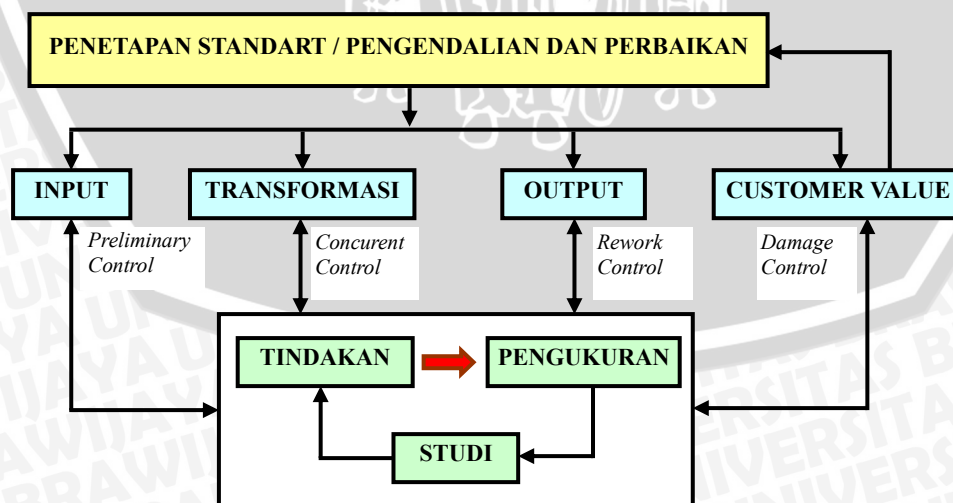
Adalah karakteristik kualitas yang dapat digolongkan atas baik (diterima) dan cacat (ditolak).

Langkah-langkah untuk menyusun *control chart* (Gryna, 2001), adalah sebagai berikut yaitu;

1. Memilih karakteristik yang akan direncanakan yang memberikan gambaran tentang proses produksi.
2. Memilih jenis peta pengendali sesuai dengan masalah yang ada.
3. Menentukan batas-batas pengendali
4. Pemilihan sub kelompok
5. Penyediaan sistem pengumpulan data
6. Penghitungan batas pengendali
7. Penempatan data dan membuat interpretasi terhadap hasilnya.

Sedangkan, pengendalian kualitas *acceptance sampling* merupakan alat untuk mengevaluasi apakah produk atau bahan baku yang datang ke perusahaan atau produk yang dihasilkan oleh perusahaan itu sendiri telah memenuhi spesifikasi. Selanjutnya, agar produk yang dihasilkan dapat terus terjaga kualitasnya didalam memenuhi kepuasan dari konsumen diperlukan langkah-langkah dalam perbaikan dan pengendalian. Didalam perbaikan dan pengendalian proses ini dibentuk atas 4 tahapan terpenting, yaitu *input*, *transformasi*, *output*, dan *customer value*.

Dari uraian diatas dapat digambarkan lebih jelas dalam Gambar 2.6 dibawah ini;



Gambar 2.6 Proses Perbaikan dan Pengendalian Kualitas

Sumber: Nasution, 2006

Tindakan yang perlu diambil terhadap masing-masing tahap (*input, transformasi, output, customer value*) didasarkan pada informasi umpan balik yang diperoleh dari hasil studi penerapan pengukuran. Studi tindakan pada ke-4 tahapan tersebut merupakan pengendalian kinerja proses berikut ;

1). Preliminary control

Preliminary control bersifat *preventif* untuk menghindari hasil yang tidak diinginkan dan proaktif untuk mencapai hasil yang makin meningkat. Dengan memperbaiki input sekaligus memperbaiki *transformasi, output, dan customer value*.

2). Concurrent control atau Operational control

Pengendalian ini berupa koreksi terhadap pekerjaan yang telah dilakukan berkaitan dengan desain dan prosedur. Contoh tindakan koreksi tersebut adalah penyesuaian seting mesin, proses distribusi, waktu, energi dan perubahan perilaku dari pekerjanya.

3). Rework control

Pengendalian ini dilakukan bila kedua pengendalian diatas mengalami kegagalan sehingga diperlakukan pengerjaan ulang terhadap output yang tidak sesuai standart.

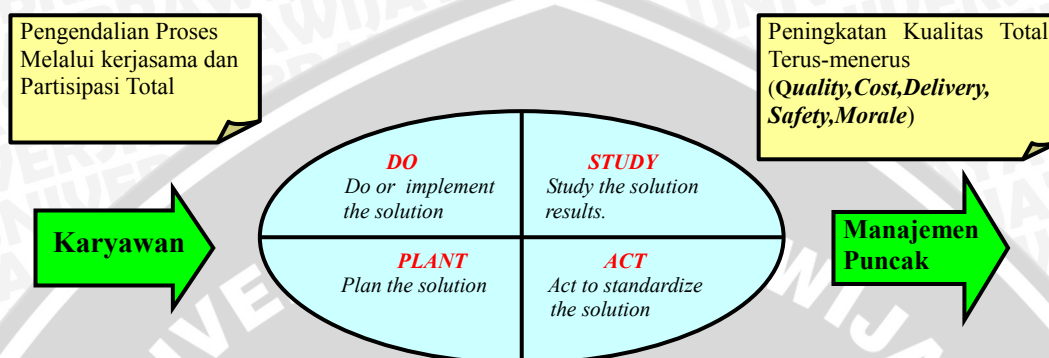
4). Damage control

Jika output yang rusak atau tidak sesuai dengan standart telah sampai pada pelanggan, maka dilakukan *damage control* dengan meminimasi dampak negatif pada pelanggan dengan cara mengganti produk, pengerjaan ulang, mengembalikan uang dan lain-lain.

Jadi proses ini merupakan kegiatan konversi atau transformasi input menjadi output melalui sejumlah langkah sekuensial yang terorganisasi. Dalam manajemen proses ada enam komponen, yaitu kepemilikan, perencanaan, pengendalian, pengukuran, perbaikan proses, dan optimasi. Didalam perbaikan proses itu sendiri dilakukan enam langkah, yaitu mendefinisikan masalah proses yang akan diperbaiki, identifikasi dan dokumentasi proses, mengukur performance, memahami mengapa masalah proses terjadi, mengembangkan dan menguji ide untuk memecahkan masalah proses, dan implementasi serta evaluasi proses yang telah terjadi.

Di dalam kegiatan pengendalian kualitas, tidak hanya meliputi penetapan standar produk atau proses dari pihak produsen, melainkan standar yang ditetapkan

produsen tersebut juga harus sesuai dengan spesifikasi atau toleransi yang ditetapkan oleh pihak konsumen. Sehingga kepuasan konsumen bisa tercapai sesuai dengan yang diharapkan baik oleh produsen maupun konsumennya. Sedangkan elemen dasar dari proses perbaikan dan pengendalian terdiri atas 4 langkah pula. Elemen-elemen tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut ini;



Gambar 2.7 Pengendalian dan Perbaikan Proses

Sumber : Vincent Gaspersz, 2006

1. Penerapan Standart Perencanaan (*Plan*) untuk Pengendalian dan Perbaikan.

Standart dalam TQM tidak digunakan sebagai alat penilai kinerja individu, tetapi digunakan untuk mengkomunikasikan visi dan menetapkan tujuan yang lebih realistis berdasarkan kinerja yang ada. Disini terdapat perencanaan solusi masalah dan peningkatan kualitas pada perusahaan dalam pengendalian kualitas secara terpadu. Pengendalian tersebut meliputi sistem manajemen dan sistem teknik.

2. Pengukuran (*Do*).

Ditetapkan teknik pengukuran yang tepat dan data yang diperlukan dalam penilaian kinerja untuk melaksanakan rencana solusi masalah atau peningkatan kualitas. Dalam hal ini melakukan pengukuran terhadap produk yang dihasilkan sesuai dengan prosedur pengukuran yang benar.

3. Studi (*Study*).

Menganalisis data dengan menggunakan metode statistik atau teknik lain untuk mengetahui penyebab penyimpangan yang akan diperbaiki atau peningkatan kualitas. Pada penelitian ini menggunakan peta kontrol untuk mengetahui adanya penyimpangan variasi serta diagram pareto dan diagram

sebab akibat untuk mengetahui penyebab dan untuk langkah melakukan perbaikan dalam peningkatan kualitas produk.

4. Tindakan (*Act*).

Melakukan tindakan dalam menstandarisasikan hasil-hasil solusi masalah atau peningkatan kualitas. Untuk melakukan tindakan ini, dapat diketahui dari hasil penelusuran studi diatas. Penelusuran studi dilakukan pada peta kontrol, pareto diagram, dan diagram sebab akibat. Dalam peta kontrol dapat diketahui pola dari proses yang ada apakah proses yang terjadi normal atau tidak, dari pareto diagram dapat diketahui tingkatan cacat yang menjadi prioritas dalam penyelesaiannya, diagram sebab akibat memberikan informasi tentang faktor-faktor penyebabnya sehingga harus dilakukan tindakan.

2. 3. 2 Teknik Pengendalian Kualitas Statistik.

Untuk menjamin agar barang-barang yang jatuh ke tangan konsumen benar-benar baik, maka dalam proses pembuatan sampai produk siap dipasarkan dibutuhkan peran pengawas atau *inspector* yang bertugas mengawasi serta melakukan penyelidikan disertai kritik-kritik terhadap barang yang dihasilkan. Selain itu dibutuhkan metode atau teknik-teknik pengendalian kualitas agar pengawasannya dapat berlangsung efektif dan efisien. Salah satu teknik pengendalian kualitas adalah teknik pengendalian kualitas statistik.

2. 3. 3 Alat-alat Teknik Pengendalian Kualitas Statistik

Alat-alat pengendalian kualitas statistic merupakan kebutuhan yang mutlak untuk membantu kita memahami dan mengembangkan proses. Alat-alat ini membantu team untuk berkomunikasi, berbagi dan mendokumentasikan ide-ide, memahami variasi, dan mengukur dari akibat perubahan proses. Adapun alat-alat tersebut antara lain;

1. *Control Chart*
2. *Cause and Effect*
3. *Pareto Diagram*
4. *Check Sheet*
5. *Histogram*

6. *Scatter Plot*
7. *Designed Experimentation*
8. *Flowchart*

2.4 Peta Kontrol.

2.4.1 Pengertian Peta Kontrol.

Peta kontrol merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisa, pengelola dan perbaikan proses dengan menggunakan metode-metode statistik. Proses yang stabil sering disebut proses dalam kendali (*in-control proses*), yaitu proses yang dapat diprediksi atau dipengaruhi oleh penyebab umum. Proses yang tidak stabil disebut *out-of control*, yaitu proses yang tidak dapat diprediksi, atau dipengaruhi oleh penyebab khusus (*assignable cause*). Pada kondisi seperti ini peta kontrol menggambarkan perlu adanya perbaikan kualitas, karena pada peta kontrol menunjukkan kondisi yang tidak stabil dari suatu proses. Dari situ dicari penyebabnya. Dari penyebab tersebut kemudian dicari tindakan perbaikan sehingga proses menjadi stabil. Hasilnya adalah adanya perbaikan proses. Kondisi kedua adalah terkait dengan pengujian terhadap produk. Peta kontrol tepat bagi pengambil keputusan karena dengan model akan dapat dilihat yang baik dan yang buruk. Selain itu juga, dalam penyelesaian masalah melalui perbaikan kualitas, walaupun ada kelemahan apabila digunakan untuk memonitor atau mempertahankan proses.

Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari 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 kontrol kualitas dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum.

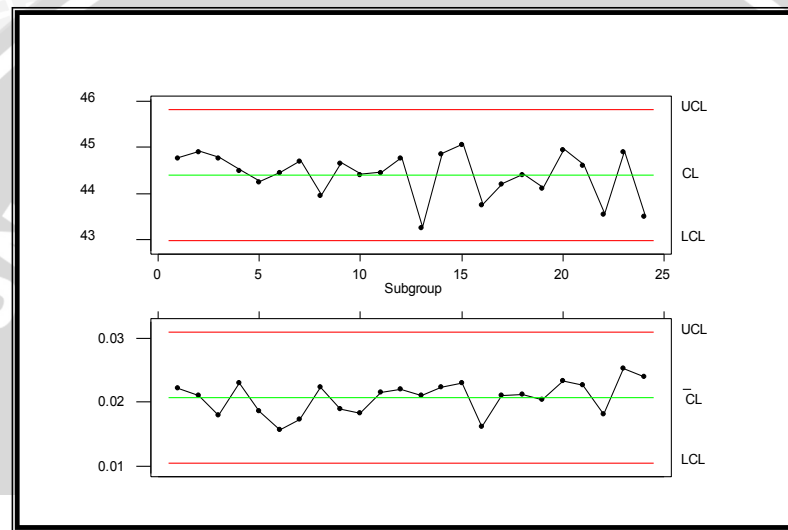
Peta kontrol ini merupakan suatu teknik untuk memisahkan atau menemukan kendali perbedaan pola variasi yang stabil dan tidak stabil. Pola ini pada dasarnya menggambarkan secara grafis dari suatu data sebagai fungsi dari waktu.

Manfaat peta kontrol:

1. Untuk mengetahui ada tidaknya perubahan dalam proses produksi.

2. Untuk mengetahui apakah proses berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan. Lalu membawa dan menjaga proses tetap berada dalam kontrol, serta menentukan kemampuan proses dalam memenuhi spesifikasi.
3. Untuk mengevaluasi apakah batas spesifikasi sudah tercapai.
4. Memberikan informasi diagnostik. Karena sering kali pola titik-titik dalam peta kontrol akan memuat informasi bernilai dianogsis bagi operator atau insinyur yang berpengalaman.

Pada umumnya peta kontrol mempunyai unsur pembentuk seperti Gambar 2.8 ini;



Gambar 2.8. Contoh Peta Kontrol

Sumber: Dorothea W.A, 2004

Pada dasarnya setiap peta kontrol memiliki:

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

Meskipun semua titik terletak dalam batas kendali tetapi jika susunan titik-titik tersebut membentuk pola tertentu, hal itu bisa disebut sebagai ketidaknormalan proses. Beberapa gejala yang menunjukkan ketidaknormalan proses dapat dilihat dari diuraikan di bawah ini:

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

Terjadinya pergeseran tersebut ke arah atas atau bawah dari garis tengah peta kontrol. Hal ini menunjukkan ada perubahan proses, mungkin perubahan bahan mentah, setelan mesin, kondisi proses, dan lain-lain. Bila ada data yang melampaui batas pengendali maka proses itu tidak normal, maka perlu tindakan perbaikan.

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

Bila terjadi data melampaui *control limit* atas peta kontrol R , hal ini menunjukkan perbesaran ragam proses. Hal ini juga biasanya dapat terlihat pada peta kontrol $\bar{X}$, penyebab datanya membesar. Jika ada yang melampaui *control limit*, maka perlu tindakan perbaikan proses.

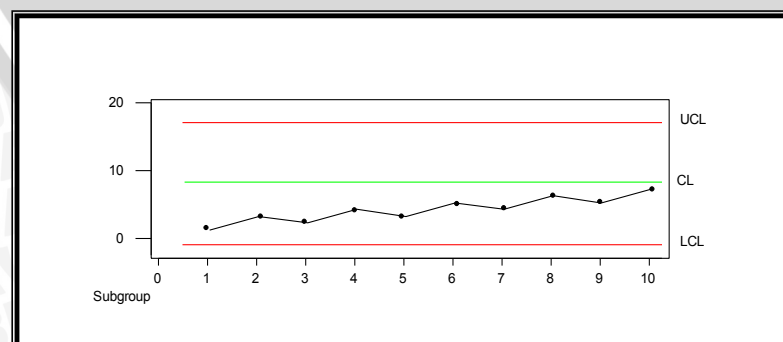
3. Gejala non acak dalam peta kontrol.

Walaupun semua data masih berada dalam batas kontrol, tetapi jika susunan data tersebut membentuk pola-pola tertentu, hal ini juga dapat dianggap sebagai ketidaknormalan proses.

Bentuk-bentuk pola tertentu yang dimaksud diatas adalah :

a). **Runs**

Bila sebagian besar data terdapat hanya pada bagian garis tengah saja (bagian atas atau bawah saja) disebut runs (Gambar 2.9). Jika panjang runs lebih atau sama dengan tujuh, maka proses dikatakan tidak normal.

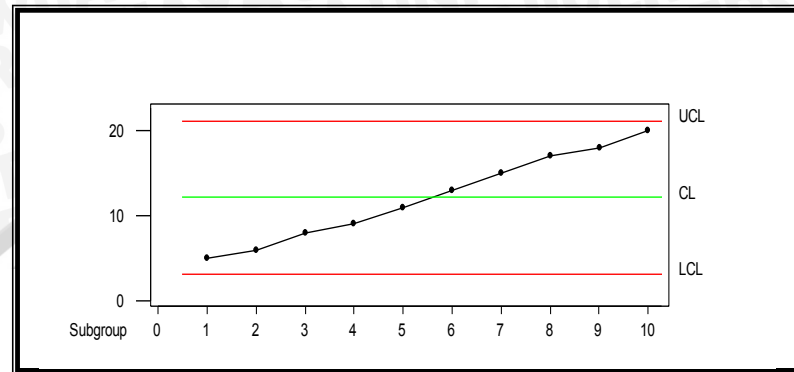


Gambar 2.9. Contoh Peta Kontrol untuk *Runs*

Sumber: Dorothea W.A, 2004

b).Kecenderungan (*Trend*)

Jika data cenderung naik atau turun saja disebut *trend* (Gambar 2.10). Jika terdapat tujuh data yang cenderung naik atau turun saja, maka proses dikatakan tidak normal.

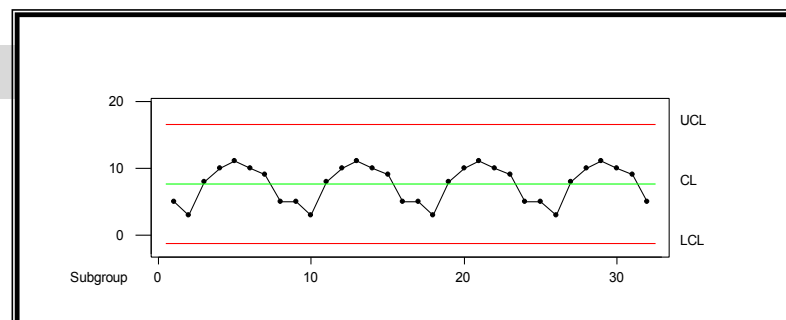


Gambar 2.10. Contoh Peta Kontrol untuk *Trend*

Sumber: Dorothea W.A, 2004

c). Periodik

Jika titik-titik (data) pada peta kontrol menunjukkan bentuk yang berulang-ulang serupa, disebut gejala periodik (Gambar 2.11). 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.



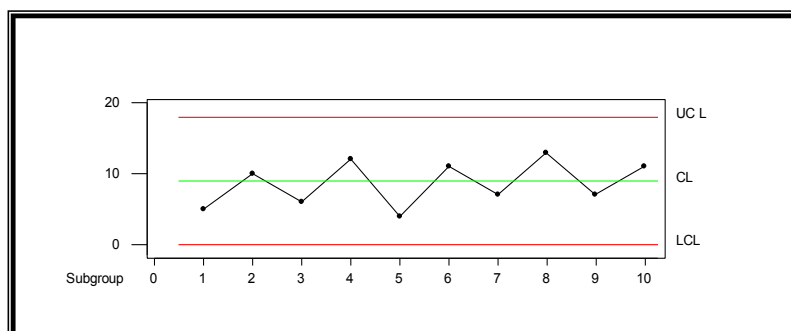
Gambar 2.11. Contoh Peta Kontrol untuk Periodik

Sumber: Dorothea W.A, 2004

d).Stratifikasi (*Hugging*)

Bila data pada peta kontrol selalu dekat dengan garis kontrol (garis tengah atau *central line*), disebut *Hugging* dari garis kontrol (Gambar 2.12). 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 2.12. Contoh Peta Kontrol untuk *Hugging*

Sumber: Dorothea W.A, 2004

2. 4. 2 Macam-Macam Peta Kontrol.

Penggunaan peta kontrol tergantung dari macam data dan tujuan pembuatan peta kontrol. Dengan pemilihan peta kontrol yang tepat diharapkan hasil dari analisis dalam mengambil keputusan akan lebih akurat. Secara umum peta kontrol dapat diklasifikasikan ke dalam dua tipe umum yaitu untuk data variabel dan atribut

2.4.2.1 Peta Kontrol Kualitas untuk Data Variabel.

Kontrol kualitas proses statistik dalam hal ini akan mendeteksi adanya sebab-sebab khusus dan umum yang terjadi. Sebab-sebab umum tersebut tidak bisa dihilangkan, sehingga harus dikendalikan keberadaannya. Tujuan dari pengendalian ini adalah untuk mengurangi terjadinya penyimpangan serta proses yang terjadi bisa stabil. Proses yang disebut berada dalam batas pengendali statistik tersebut dikatakan dalam kondisi stabil dengan kemungkinan adanya variasi yang disebabkan oleh sebab umum. Sebab-sebab umum itu dikarenakan misalnya ; operator, material, mati lampu, dan lain-lain. Apabila produk tidak memenuhi spesifikasi, ada beberapa tindakan yang perlu dilakukan antara lain; merubah nilai rata-rata, mengurangi variabilitas, melakukan pensortiran terhadap produk, dan lain-lain. Hal ini karena disebabkan oleh sebab khusus. Karena penyebab khusus biasanya berada diluar batas pengendalian. Dan apabila proses tersebut telah memenuhi spesifikasi, alternatif tindakan yang dapat diambil antara lain; menggunakan proses dengan tepat, mengurangi variabilitas, mempertahankan proses yang terjadi, namun dapat juga tidak melakukan tindakan apa-apa.

Adapun beberapa tindakan yang dapat dilakukan pada beberapa kondisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut;

Tabel 2.1 Tindakan dalam beberapa kondisi

	Produk memenuhi spesifikasi	
	Variasi proses kecil, relatif terhadap spesifikasi	Variasi proses besar, relatif terhadap spesifikasi
Process in statistical control	• Mempertimbangkan nilai nilai di pasar pada variasi ketat. • Mengurangi inspeksi	• Melanjutkan pengendalian secara ketat pada rata-rata proses
Process out of statistical control	• Proses tidak menentu dan tidak dapat di prediksi, serta menimbulkan masalah. • Temukan penyebab kekurangan pegendalian.	
	Produk tidak memenuhi spesifikasi	
Process in statistical control	• Proses kehilangan arah ke rata-rata yang salah. • Pada umumnya mudah diambil tindakan perbaikan secara permanen	• Proses mungkin kehilangan arah dan terpencar-pencar. • Memperbaiki kesalahan arah. • Pertimbangan ekonomi dari ketepatan proses lebih banyak selain spesifikasi dibuat lebih lebar dan dilakukan pensortiran produk
Process out of statistical control	• Proses kehilangan arah atau tidak menentu. • Perlu perbaikan hal tersebut. • Menentukan penyebab ketiadaan pengendali. • Pertimbangan ekonomi lebih tepat pada proses dan spesifikasi lebih lebar, selain itu dilakukan pelebaran spesifikasi dan penyortiran produk.	

Sumber : Gryna, dalam Dorothea.W.A, 2004

Peta pengendali digunakan untuk mengadakan perbaikan kualitas proses, menentukan kemampuan proses, membantu menentukan spesifikasi-spesifikasi yang efektif, menentukan proses dapat dijalankan sendiri, dan kapan dibuat penyesuaiannya, dan menemukan penyebab dari tidak diterimanya standar kualitas tersebut.

Menurut Besterfield (2002), manfaat pengendalian kualitas proses untuk data variabel adalah memberikan informasi mengenai:

- ✎ Perbaikan kualitas.
- ✎ Menentukan kemampuan proses setelah perbaikan kualitas tercapai.
- ✎ Membuat keputusan yang berkaitan dengan spesifikasi produk.
- ✎ Membuat keputusan yang berkaitan dengan proses produksi. apabila proses pada *In statistical control*, maka pengendalian proses untuk data variabel digunakan untuk mempertahankan pengendalian. Jika pada kondisi *out of statistical control*, maka digunakan untuk mengetahui kapan terjadinya penyimpangan yang disebabkan oleh sebab khusus dan umum untuk diambil tindakan terutama untuk mengurangi sebab khusus.
- ✎ Membuat keputusan terbaru yang berkaitan dengan produk dihasilkan.

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

Yang termasuk dalam peta kontrol variabel adalah :

- a) . Peta kontrol $\bar{X}$.

Peta kontrol ini untuk mengontrol rata-rata proses dan variabilitas diantara sampel (variabilitas dalam proses seluruh waktu). Jumlah n dalam subgrup harus konstan.

- b). Peta kontrol R .

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

2.4.2.2 Peta Kontrol Kualitas untuk Data Atribut

Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan, warna, atau ada bagian yang hilang (Besterfield, 2002). Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dilakukan karena alasan waktu, biaya atau kebutuhan. Dengan kata lain, meskipun diameter suatu pipa dapat diukur, tetapi mungkin akan lebih tepat dan mudah menggunakan ukuran baik dan tidak menentukan apakah produk tersebut sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Dalam peta pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut terdapat dua kelompok, yaitu yang berdasarkan distribusi Binomial dan yang berdasarkan distribusi Poisson.

- Berdasarkan distribusi Binomial;
 - ✎ ***p-chart***, menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok. Jumlah sampel n dalam sub grup tidak harus konstan.
 - ✎ ***np-chart***, menunjukkan banyaknya ketidaksesuaian dan jumlah sampel n dalam sub grup adalah konstan.
- Berdasarkan distribusi Poisson;
 - ✎ ***c-chart***, digunakan untuk menunjukkan atau mengontrol bagian dari ketidaksesuaian dalam unit yang diinspeksi dan jumlah sampel n harus konstan seperti mobil, pakaian, atau satu gulung kain, atau satu roll kertas.
 - ✎ ***u-chart***, digunakan untuk menunjukkan bagian ketidaksamaan atau cacat setiap unit (luas, panjang, isi, berat, dan waktu). Juga dapat digunakan pada situasi dimana ukuran sampel bervariasi. Penggunaannya sama dengan peta kontrol c tapi jumlah sampel n boleh beda.

Pengendalian proporsi kesalahan (*p-chart*) dan banyaknya kesalahan (*np-chart*) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Untuk peta pengendali proporsi dan banyak digunakan bila memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) maupun banyaknya kesalahan (*np-chart*). Penggunaan sampel yang besarnya bervariasi tersebut selain karena perusahaan menggunakan 100% inspeksi atau total

inspeksi, juga dapat disebabkan kurangnya karyawan dan biaya. Peta kontrol ini mempunyai kelebihan dibandingkan peta kontrol lainnya, karena karakteristik kualitas dapat dipandang bersama-sama untuk diklasifikasikan. Dalam peta kontrol atribut bersifat cacat atau tidak cacat.

2. 4. 3 Prosedur Pembuatan Peta Kontrol.

2. 4. 3. 1 Prosedur Pembuatan Peta Kontrol $\bar{X}$ dan R .

Dalam melakukan pengendalian proses statistik untuk data variabel diperlukan beberapa langkah menurut Besterfield (1998), yaitu;

1. Pemilihan karakteristik kualitas.

Yang dimaksud dalam pemilihan karakteristik kualitas dalam penelitian ini adalah berat, *circumference*, *resistance to draw* (RTD), dan *ovality*.

2. Pemilihan sub group.

Data yang digambarkan dalam peta pengendali bukan data individu, melainkan sekelompok data yang dipilih dan diberi nama dengan sub group. Pemilihannya dilakukan secara acak. Idealnya, penyimpangan yang terjadi dalam sub group ini hanya disebabkan oleh sebab umum. Variasi dalam sub kelompok tersebut akan digunakan untuk menentukan peta pengendali. Sementara itu, variasi diantara sub group digunakan untuk evaluasi stabilitas jangka panjang. Sebagai pedoman untuk pemilihan sub group dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini;

Tabel 2.2 Ukuran Lot Sampel

Banyaknya produk	Ukuran sampel
91 -150	10
151-280	15
281-400	20
401-500	25
501-1200	35
1201-3200	50
3201-10000	75
10001-35000	100
35001-150000	150

Sumber: *Besterfield*, 1998

Didalam melakukan inspeksi, terkadang kita mengalami kesulitan dalam melakukan secara menyeluruh. Hal ini terjadi dikarenakan jika, pengujian ini justru membuat produk tersebut menjadi cacat, selain itu biaya yang harus dikeluarkan dalam pengujian ini mahal. Salah satu alternatif dalam mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan sampel terhadap produk yang akan diuji. Ada beberapa keunggulan dan kelemahan penggunaan pengendalian mutu produk, antara lain;

Keunggulan ;

- ✎ Jumlah sampel lebih sedikit dibanding pengendalian mutu produk data atribut.
- ✎ Menyediakan lebih banyak informasi, terutama dapat mengetahui seberapa jauh penyimpangan atau kesalahan yang terjadi
- ✎ Bermanfaat untuk mendukung usaha perbaikan mutu.

Kelemahan ;

- ✎ Pengambilan sampel harus dibagi kedalam beberapa karakteristik proses.
- ✎ Biaya administrasi dan biaya inspeksi lebih tinggi dibanding pengendalian mutu produk data atribut.
- ✎ Seringkali terjadi beberapa sampel data variabel dapat diganti dengan hanya satu sampel data atribut.

3. Pengumpulan data.

Pengumpulan data didasarkan pada banyaknya sub kelompok dan ukuran masing masing sub kelompok yang telah ditentukan sebelumnya. Rata-rata pada masing-masing sub kelompok tersebut nantinya akan dipetakan pada peta pengendalian kualitas untuk data variabel. Apabila digunakan peta pengendali tingkat keakurasian proses (*range* atau *standart deviasi*), maka *range* atau *standar deviasi* tersebut juga diukur pada tiap-tiap sub tersebut.

4. Penentuan garis pusat (*center line*) dan batas-batas pengendalian (*control limits*).

Perhitungan statistik pada peta kontrol ini dapat dengan menggunakan rumus:

- a). Jika dalam setiap subgroup jumlah sampel $n < 10$ (Montgomery; 235), maka perhitungan statistik pada peta kontrol ini dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{n}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

Dimana:

X_i s/d $\bar{X}_i$ = nilai individu dari data.

n = jumlah data yang diambil.

R = *range* antara dua observari yang berurutan.

Sedangkan untuk mendapatkan *Upper Control Limit (UCL)*, *Center Line (CL)*, *Lower Control Limit (LCL)*, menggunakan rumus:

- Untuk $\bar{X}$ chart:

$$\text{Upper Control Limit (UCL)}_x = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R}$$

$$\text{Center Line (CL)}_x = \bar{X}$$

$$\text{Lower Control Limit (LCL)}_x = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R}$$

- Untuk R chart:

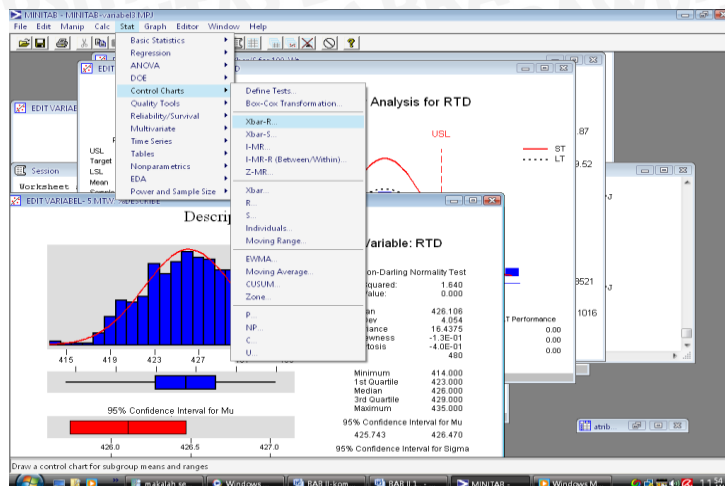
$$\text{Upper Control Limit (UCL)} = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$\text{Center Line (CL)} = \bar{R}$$

$$\text{Lower Control Limit (LCL)} = D_3 \cdot \bar{R}$$

D_3 , D_4 , A_2 adalah konstanta dan nilainya dapat dilihat di tabel konstanta batas peta kontrol pada lampiran 6.

Dengan menggunakan *software* minitab, dapat diketahui secara langsung peta kontrolnya tanpa harus menghitung secara manual, dengan cara memilih fitur pada *software* tersebut yaitu; **Stat** ➡ **Control Chart** ➡ **Xbar-R**. seperti terlihat pada Gambar 2.13 dibawah ini:



Gambar 2.13. Pembuatan Peta Kontrol $\bar{X}$ -R.
Sumber: Cornelius, 2006

b). Jika dalam setiap subgroup jumlah sampel $n \geq 10$, maka perhitungan statistik pada peta kontrol ini dengan menggunakan rumus:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{n}$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}$$

Dimana:

X_i s/d X_i = nilai individu dari data

n = jumlah data yang diambil.

S_i s/d S_i = standar deviasi dari data yang berurutan.

Sedangkan untuk mendapatkan *Upper Control Limit (UCL)*, *Center Line (CL)* dan *Lower Control Limit (LCL)* menggunakan rumus:

➤ Untuk $\bar{X}$ chart :

$$\text{Upper Control Limit (UCL)}_x = \bar{\bar{X}} + A_3 \cdot \bar{S}$$

$$\text{Center Line (CL)} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{Lower Control Limit (LCL)}_x = \bar{\bar{X}} - A_3 \cdot \bar{S}$$

➤ Untuk S chart :

$$\text{Upper Control Limit (UCL)}_s = B_4 \cdot \bar{S}$$

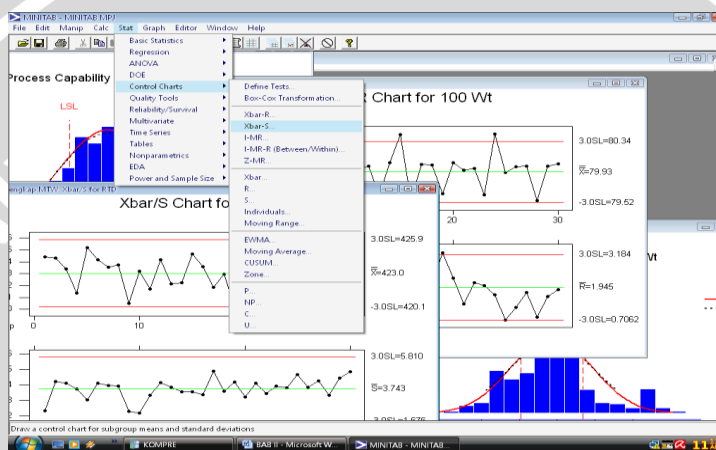
$$\text{Center Line (CL)} = \bar{S}$$

$$\text{Lower Control Limit (LCL)}_s = B_3 \cdot \bar{S}$$

A_3, B_3, B_4 adalah konstanta dan nilainya dapat dilihat pada lampiran 6.

Dengan menggunakan *software* minitab dapat diketahui secara langsung peta kontrolnya tanpa kita harus menghitung secara manual dengan cara memilih fitur pada *software* tersebut yaitu; **Stat** $\Rightarrow$ **Control Chart**

$\Rightarrow$ **Xbar-S**, seperti terlihat pada Gambar 2.14. dibawah ini:



Gambar 2.14. Pembuatan Peta Kontrol Xbar-S

Sumber: Cornelius, 2006

Peta pengendali kualitas proses untuk data variabel dibuat untuk dapat mengetahui adanya sebab khusus yang ada dalam ketidaksesuaian proses. Biasanya, ketidak sesuaian tersebut berada pada *out of statistical control*. Sementara pada kondisi *in statistical control* juga dapat menunjukkan ketidaksesuaian proses, tetapi disebabkan oleh sebab umum. Idealnya, data rata-rata proses maupun keakurasian proses berada pada garis pusat (*center line*). Apabila data berada diluar batas pengendali statistik sedangkan penyebab ketidaksesuaian dikarenakan oleh sebab umum, maka data tersebut dikatakan dalam *in statistical control*.

5. Interpretasi terhadap pencapaian tujuan.

Peta pengendali yang harus diperkenalkan pada karyawan, bertujuan untuk mengadakan perbaikan pada kinerja proses. Hal ini terlihat bahwa dalam setiap data yang berada diluar batas-batas pengendali statistik pasti akan disusun tindakan perbaikan, atau bila perbaikan tidak mungkin

dilakukan, maka data produk tersebut akan dibuang. Data yang dibuang tersebut juga berarti bahwa produk yang dihasilkan pada proses tersebut dibuang dengan segala konsekuensinya. Peta pengendali hasil revisi tanpa data yang *out of control* merupakan data yang lebih baik, karena dalam proses tersebut walaupun terjadi ketidaksesuaian atau penyimpangan pasti bukan disebabkan oleh sebab khusus, melainkan sebab umum. Selain itu, setelah disusunnya peta pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel (*control chart for variabel*), maka dapat diketahui penyebab terjadinya kesalahan atau penyimpangan, baik yang tergolong dalam sebab khusus maupun sebab umum. Kondisi yang ideal berada disepanjang garis pusat (*center line*). Hal ini dapat terjadi dengan melakukan revisi berulang pada data yang ada.

2. 4. 3. 2 Prosedur Pembuatan Peta Kontrol *np*

Langkah-langkah untuk menyusun peta pengendali proses statistik untuk data atribut (Besterfeild, 2002), meliputi;

1. Menentukan sasaran yang akan dicapai.

Sasaran ini akan mempengaruhi jenis peta pengendali kualitas proses statistik data atribut mana yang harus digunakan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik kualitas suatu produk dan proses, apakah proporsi atau banyaknya ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok, atautkah bagian ketiadaksesuaian dari unit setiap kali mengadakan observasi.

2. Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi.

Banyaknya sampel yang diambil akan mempengaruhi jenis peta pengendali disamping karakteristik kualitasnya.

3. Mengumpulkan data.

Data yang dikumpulkan tentu saja disesuaikan dengan jenis peta pengendali dan menggambarkan sampel yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (np). Misalnya, suatu perusahaan menggunakan *p-chart*, maka data yang harus dikumpulkan juga harus diatur dalam bentuk proporsi kesalahan terhadap banyaknya sampel yang diambil.

4. Bagilah data kerusakan dalam subgrup dengan jumlah pada setiap subgrup konstan.

5. Hitung jumlah produk cacat untuk setiap subgrup dan masukkan ke dalam lembaran data.
6. Carilah rata-rata bagian cacat.

$$\bar{p} = \frac{\text{total jumlah produk cacat}}{\text{jumlah sampel}} = \frac{\sum p}{n}$$

7. Hitunglah rata-rata jumlah produk cacat.

$$\overline{np} = \frac{\text{total jumlah produk cacat}}{\text{jumlah subgroup}} = \frac{\sum p}{k}$$

8. Menentukan garis pusat dan batas-batas pengendali.

Menentukan garis pusat dan batas-batas pengendali pada masing masing peta pengendali

Menentukan batas kontrol :

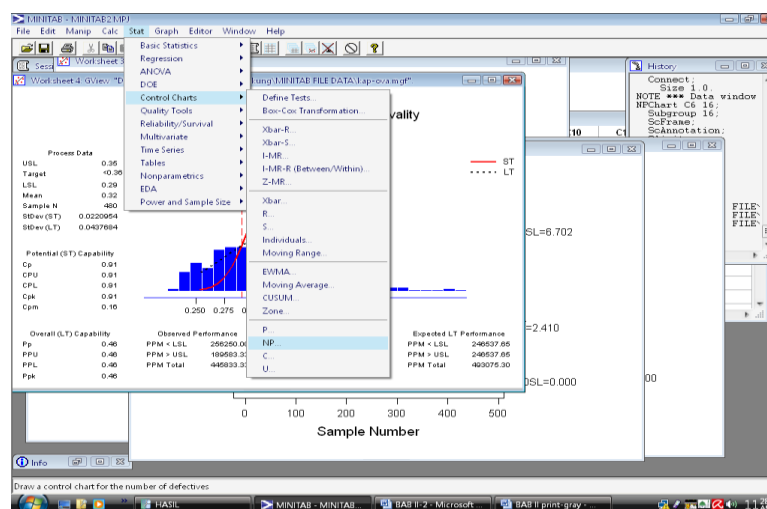
$$\text{Batas Kendali Atas / Upper Control Limit(UCL)} = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$$

$$\text{Garis tengah / Center Line (CL)} = \bar{np}$$

$$\text{Batas Kendali Bawah/Lower Control Limit(LCL)} = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$$

9. Membuat peta kontrol np.

Untuk membuat peta kontrol np berikut dengan batas kontrolnya, selain dengan rumus diatas juga dapat dengan menggunakan software minitab yaitu dengan cara pilih fitur **Stat** $\Rightarrow$ **Control Chart** $\Rightarrow$ **np**, seperti terlihat pada Gambar 2.15 dibawah ini;



Gambar 2.15. Pembuatan Peta Kontrol np
Sumber: Cornelius, 2006

10. Merevisi garis pusat dan batas-batas pengendali.

Revisi dilakukan apabila dalam peta pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut terdapat data yang berada diluar batas pengendali statistik (*out of statistical control*) dan diketahui kondisi tersebut disebabkan karena penyebab khusus.

11. Tuliskan informasi yang diperlukan pada peta kontrol dan dibuat kesimpulan dari peta kontrol.

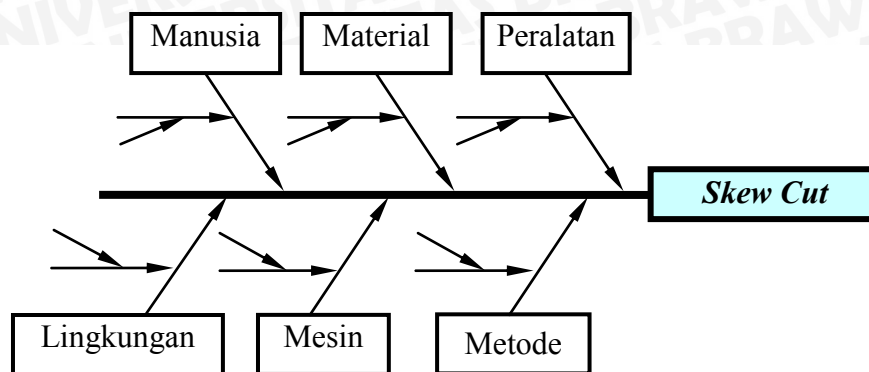
12. Lakukan analisa dan upaya perbaikan yang diperlukan berdasarkan peta kontrol di atas.

Pengendalian proporsi kesalahan (*p-chart*) dan banyaknya kesalahan (*np-chart*) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Untuk peta pengendali proporsi dan banyak digunakan bila memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) maupun banyaknya kesalahan (*np-chart*). Penggunaan banyaknya kesalahan (*np-chart*) cenderung dipakai bila jumlah sampel yang diambil konstan dalam setiap kali melakukan observasi. Penggunaan sampel yang besarnya bervariasi tersebut selain karena perusahaan tidak menggunakan 100% inspeksi atau total inspeksi, juga dapat disebabkan kurangnya karyawan dan biaya.

2.5 Cause-and-Effect Diagram

Metode ini dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, yaitu dengan menyajikan penyebab secara grafik masalah tertentu. Dari masalah tersebut nantinya akan dicari sumber-sumber penyebabnya.

Cause-and-Effect diagram digunakan meringkaskan pengetahuan mengenai kemungkinan sebab-sebab variasi atau sebab-sebab permasalahan kualitas kedalam kategori yang logis. Hal ini bertujuan membantu dalam menyusun usaha-usaha pengembangan proses. Gambar 2.16 berikut ini adalah contoh dari *cause-and-effect diagram* secara umum.



Gambar 2.16. Cause-and-Effect Diagram

Sumber : Vincent Gaspersz, 2006

Langkah-langkah membuat *cause-and-effect diagram* :

1. Buatlah sebuah daftar sebab-sebab potensial dengan melakukan penggalan ide (*brainstroming*), dimana setiap orang dalam team untuk berbicara dan mendorong semua orang untuk mendengarkan.
2. Membuat diagramnya, yaitu ;
 - ✎ Tempatkan pernyataan permasalahan dalam kotak sebelah kanan (pada kepala ikan). Pastikan semua orang menyetujui pernyataan permasalahan tersebut dan statement tersebut terdefinisi dengan baik dan dapat diukur.
 - ✎ Gambar tiga sampai enam “tulang tulang utama” atau kategori penyebab utama. Menamakan tulang-tulang tersebut
 - ✎ Tempatkan ide-ide hasil dari *brainstroming* pada tulang-tulang utama yang paling sesuai.
 - ✎ Untuk masing-masing sebab, tanyakan “ mengapa hal tersebut bisa terjadi?” dan catat jawabannya dalam sub tulang atau sub-sub tulang.
3. Cari sebab-sebab yang muncul berulang. Data mungkin diperlukan untuk mengidentifikasikannya.
4. Diskusikan masing-masing sebab yang terdaftar, seperti yang diinginkan oleh team. Manfaatkan keahlian dari team dalam mengidentifikasi sebab-sebab yang paling mendasar yang terjadi.
5. Perbaiki terus *cause-and-effect diagram* setiap kali terdapat masukan-masukan baru.

2. 6 Pareto Diagram.

Analisis pareto akan membantu kita dalam memusatkan perhatian pada hal-hal penting. Analisis ini akan membantu dalam menentukan permasalahan dan akibat yang tepat untuk dipelajari. Karena dalam analisa ini membantu menemukan permasalahan yang penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah). Selain itu, diagram pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan sesudah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Menurut Mitra (1993) dan Besterfield (1998), proses penyusunan diagram pareto meliputi enam langkah, yaitu:

- ✎ Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misal: berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan lain-lain.
- ✎ Menentukan satuan yang digunakan dalam membuat urutan-urutan karakteristik tersebut misal; rupiah, frekuensi, unit, dan lain-lain.
- ✎ Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- ✎ Merangkum data dan membuat rangking kategori dari data tersebut.
- ✎ Menghitung frekuensi kumulatif atau presentase yang digunakan.
- ✎ Menggambarkan diagram batang, untuk menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah.

2. 7 Test Kecukupan Data.

Uji ini diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah cukup secara objektif. Idealnya, pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga agar data hasil pengukuran layak untuk digunakan. Namun pengukuran dalam jumlah yang tak terhingga sulit dilakukan mengingat keterbatasan-keterbatasan yang ada, baik segi tenaga, biaya, waktu dan sebagainya.

Pengujian kecukupan data dilakukan dengan didukung oleh besarnya tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang digunakan. Tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari data sebenarnya. Sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya kepercayaan

pengukur akan ketelitian data yang telah diamati dan dikumpulkan. Data dikatakan telah cukup apabila $N' < N$ dan jika $N' > N$, maka jumlah pengamatan harus ditambah (Hari Purnomo, 2003:27-28).

Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

➤ **Untuk Data Variabel :**

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

Dimana :

N = Jumlah pengukuran yang diambil

N' = Jumlah pengukuran yang diperlukan

X = Hasil pengukuran

S = *Sampling Error*

k = Tingkat kepercayaan, dimana digunakan 95%, maka k = 1,96

Tabel 2.3. Tingkat kepercayaan

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)

➤ **Untuk Data Atribut :**

$$N' = \left[\frac{p}{s} \right]^2 \times \left(\frac{1}{p} - 1 \right)$$

Dimana :

$$\bar{p} = \frac{\sum \text{Produk cacat}}{\sum \text{Produk yang diperiksa}}$$

k = Tingkat kepercayaan

s = *Sampling Error*

Dalam penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan *Sampling Error* 5%.

2. 8 Analisis Kemampuan Proses.

Analisis kemampuan proses merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan dalam mengadakan pengendalian kualitas proses statistic. Di sini *Statistical Process Control* (SPC) merupakan cara berfikir mengenai perubahan pada proses yang sangat penting dalam perbaikan proses produk atau jasa yang tidak pernah berakhir. Yang terpenting dalam SPC adalah memahami dan mengidentifikasi karakteristik produk yang paling penting bagi pelanggan, atau variabel-variabel proses yang mempunyai pengaruh kuat dalam variasi proses (Rungasamy et al, 2002). Situasi yang menjadi bahan pertimbangan adalah proses produksi berada dalam batas pengendalian (*in control*) tetapi produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi atau proses produksi berada diluar batas pengendali (*out of control*) tetapi produk yang dihasilkan justru memenuhi spesifikasi. Kemampuan proses berkenaan dengan keseragaman proses, sehingga variabilitas merupakan keseragaman proses.

Kemampuan proses menyediakan prediksi terhadap kecukupan suatu proses (Gryna, 2001). Analisis kemampuan proses merupakan suatu studi guna menaksir bentuk, rata-rata (*mean*), dan penyebaran (*standard deviation*). Analisis kemampuan proses dapat didefinisikan apabila suatu proses berada dalam batas-batas pengendalian secara statistik (*natural tolerance*), maka selanjutnya yang ingin diketahui adalah apakah proses tersebut sesuai dengan batas-batas spesifikasi dari pabrik (*engineering tolerance*). Selain itu juga merupakan prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendali proses statistik (Pyzdek, 1995). Sementara itu dalam analisis kemampuan proses dikenal adanya batas-batas spesifikasi. Batas spesifikasi dapat ditentukan oleh pelanggan atau oleh perusahaan dengan melalui suatu riset pasar dan dikombinasi dengan perancangan produk dan jasa atau pelayanan. Menurut Tham (1997), analisis kemampuan proses merupakan konsep yang penting dalam *statistical proses control*, karena analisis ini menguji variabilitas dalam karakteristik-karakteristik proses dan apakah proses mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi.

Tujuan dari analisis kemampuan (*capability analysis*) proses adalah untuk menganalisis apakah suatu proses terkendali secara statistik dan berdistribusi normal sesuai dengan batas-batas spesifikasi yang diberikan. Disini disediakan sebuah sistem yang terdiri dari lima petunjuk sederhana yang dipakai untuk mengukur kemampuan dari sebuah proses stabil untuk menghasilkan bagian-bagian dalam batas

spesifikasi. Petunjuk-petunjuk untuk mengetahui analisis kemampuan proses tersebut adalah;

- Cp = Indeks Potensial Proses.
- Cpu = Indeks Performance Proses Atas.
- Cpl = Indeks Performance Proses Bawah.
- k = Indeks Pemusatan Proses.
- Cpk = Indeks Performance Proses.

Ada tiga cara untuk menilai bahwa suatu proses dinilai tidak mampu (*not capable process*) yaitu ;

- Proses tidak stabil.
- Proses terpusat terlalu dekat dengan batas spesifikasi.
- Variasi proses terlalu besar.

Cara langsung yang dapat dipakai untuk menguji *performance* dari proses yang stabil adalah dengan membuat pengukuran dari proses dan menghubungkan histogram yang dipakai yang dihasilkan dengan batas spesifikasi atas (UCL) dan batas spesifikasi bawah (LCL). Dan jika asumsi distribusi normal untuk proses yang mampu (*capable process*).

4. 8. 1 Indeks Potensial Proses (Cp)

Indeks Potensial Proses (Cp) adalah suatu indeks yang mengukur kemampuan proses suatu proses produksi apakah memenuhi batas-batas spesifikasi tersebut, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Penyebaran sebenarnya} &= 6\sigma \text{ terhadap penyebaran yang diijinkan} \\ &= UCL - LCL.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Cp &= \frac{\text{Penyebaran proses yang diijinkan}}{\text{Penyebaran proses yang sebenarnya}} \\ &= \frac{UCL - LCL}{6\sigma}\end{aligned}$$

Jadi, indeks kemampuan proses adalah perbandingan antara lebar spesifikasi (*engineering tolerance*) dengan toleransi alamiah (*natural tolerance*) yang diperoleh berdasarkan nilai pengamatan dari proses tersebut. Jika $Cp > 1,33$, maka proses sangat baik untuk memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan. Kelemahan indeks Cp ini adalah bahwa indeks ini hanya mengukur apakah proses

memenuhi spesifikasi atau tidak. Jadi hanya mengukur presisi (variabilitas) dari proses (indeks ini cukup baik untuk mengukur kapabilitas proses bila titik tengah spesifikasi mendekati nilai rata-rata proses) dan tidak mengukur akurasi dari proses (akurasi dari proses harus dipertimbangkan bila titik tengah spesifikasi tidak sama dengan mean dari proses). Untuk mengukur akurasi dan presisi dari suatu proses digunakan *indeks Cpk*.

4. 8. 2 Indeks Performance Proses (Cpk).

Indeks *Performance Proses* (Cpk) adalah indeks kemampuan proses yang mengukur akurasi dan presisi dari proses. Nilai Cpk akan sama dengan Cp bila proses terpusat pada batas-batas spesifikasi.

$$Cpk = \frac{\text{Batas spesifikasi terdekatan minus mean}}{3\sigma}$$

$$\text{Dimana: } Cpk = \text{Nilai minimum dari } Cpu = \frac{UCL - \bar{X}}{3\sigma} \text{ atau } Cpl = \frac{\bar{X} - LCL}{3\sigma}$$

UCL = *Upper Center Line* (Batas spesifikasi atas)

LCL = *Lower Center Line* (Batas spesifikasi bawah)

σ = Standar deviasi

Adapun kriteria penilaian indeks kemampuan proses sebagai berikut :

1. Jika $Cpk < 0$ (negatif), menunjukkan mean dari proses diluar batas spesifikasi.
2. Jika $Cpk = 0$, menunjukkan mean dari proses sama dengan salah satu dari batas spesifikasinya.
3. Jika $0 \leq Cpk \leq 1,00$, maka mean proses dalam batas spesifikasi. Tetapi sebagian dari variasi proses berada diluar batas-batas spesifikasi.
4. Jika $Cpk = 1,00$, maka salah satu ujung dari proses variasi berada dalam batas spesifikasi.
5. Jika $Cpk > 1$, maka variasi dari proses semuanya akan berada dalam batas-batas spesifikasi.

2. 9 Sampling Penerimaan

Perencanaan sampling penerimaan menurut Montgomery (1998:427) adalah pernyataan tentang ukuran sampel yang akan digunakan dan kriteria penerimaan atau penolakan yang bersangkutan guna menentukan suatu lot. Sampling penerimaan

merupakan suatu prosedur pemeriksaan berdasarkan atas hasil pemeriksaan suatu sampel yang akan diambil dari suatu lot untuk menentukan apakah lot itu diterima atau ditolak. Jika kualitas dari suatu lot memenuhi syarat yang telah ditentukan maka lot dapat diterima dan lot akan ditolak jika tidak memenuhi syarat yang ditentukan.

Menurut Montgomery (1990:421) ada tiga segi penting dalam sampel penerimaan yaitu:

1. Tujuan sampel penerimaan adalah menentukan suatu lot.
2. Sampel penerimaan hanya menerima atau menolak suatu lot
3. Penggunaan sampel penerimaan yang paling efektif adalah sebagai alat pemeriksanaan guna menjamin hasil suatu proses agar memenuhi syarat yang ditentukan.

Berdasarkan cara pengambilan, sampel penerimaan dibagi menjadi dua yaitu :

1. Lot per lot

Pada tipe ini hasil produksi dikumpulkan dalam suatu lot, selanjutnya diambil dari lot tersebut kemudian diputuskan lot tersebut diterima atau ditolak berdasarkan kualitas dari lot.

2. Kontinyu

Pada tipe ini sampel produk diambil dari proses produksi yang sedang berjalan kemudian keputusan diambil dan menyatakan apakah proses selanjutnya diterima atau ditolak.

Berdasarkan karakteristik pemeriksaan sampel penerimaan dibagi menjadi dua yaitu :

1. Atribut

Bila pemeriksaan karakteristik-karakteristik itu bersifat kualitatif yaitu hanyalah merupakan penentuan cacat atau baik pada sampel tersebut.

2. Variabel

Pemeriksaan dengan variabel berarti bahwa karakteristik itu diukur secara kuantitatif.

Untuk mengetahui lot diterima atau ditolak dapat digunakan :

1. Pemeriksaan 100 % (Populasi)

Yaitu pemeriksaan terhadap setiap benda yang datang dari produk yang akan dipasarkan dan menyingkirkan setiap unit cacat yang ditemukan.

2. Sampel penerimaan

Sampel penerimaan ini digunakan bila :

- ✗ Apabila pengujian bersifat merusak maka tidak mungkin seluruhnya diamati.
- ✗ Apabila pemeriksaan 100% secara teknis tidak mungkin dilakukan karena memerlukan waktu yang lama sehingga penjadwalan produksi akan terganggu.
- ✗ Apabila banyak benda yang harus diperiksa dan tingkat kesalahan pemeriksaan cukup tinggi sehingga pemeriksaan 100% justru menyebabkan prosentase unit rusak lebih tinggi yang diloloskan daripada yang terjadi dengan menggunakan sampel penerimaan.
- ✗ Apabila pemeriksaan 100 % maka biaya pemeriksaaan sangat tinggi.
- ✗ Apabila mutu yang dihasilkan mempunyai kualitas yang baik dari waktu ke waktu dan diinginkan pengurangan pemeriksaan terhadap produk.

2.9.1. Kelebihan dan Kekurangan Sampel Penerimaan

Menurut Besterfield (1998) jika dibandingkan dengan pemeriksaan 100% sampel penerimaan mempunyai beberapa kelebihan, antara lain;

- ✗ Biaya lebih murah karena pemeriksaan lebih sedikit.
- ✗ Lebih menghemat waktu.
- ✗ Lebih sedikit personil terlibat dalam aktivitas pemeriksaan.
- ✗ Sering kali besar kerusakan pemeriksaan akan berkurang.
- ✗ Penolakan seluruh kotak dibandingkan dengan pengambilan yang rusak, sehingga memberikan motivasi lebih kuat bagi pengusaha untuk meningkatkan kualitas.
- ✗ Dapat digunakan untuk pemeriksaan yang bersifat merusak.

Sedangkan kelemahannya, antara lain;

- ✗ Ada resiko menerima barang yang jelek dan menolak barang yang bagus.
- ✗ Biasanya memberikan lebih sedikit informasi daripada pemeriksaan 100%.
- ✗ Sampel penerimaan memerlukan perencanaan dan dokumentasi tentang prosedur sampel pemeriksaan sedangkan pemeriksaan 100% tidak memerlukannya.

2.9.2. Jenis-Jenis Perencanaan Sampling

Terdapat beberapa cara yang berbeda untuk mengklasifikasikan perencanaan sampling. Montgomery (1998) membagi jenis perencanaan sampling berdasarkan cara-cara mempergunakan teknik-teknik samplingnya, yaitu : perencanaan sampling tunggal dan ganda. Berikut penjelasan dari kedua sampling tersebut :

1. Perencanaan sampling tunggal adalah prosedur untuk menentukan lot dimana sampel dipilih secara acak, jika dari lot tersebut terdapat cacat melebihi yang ditentukan maka lot tersebut ditolak.
2. Perencanaan sampling ganda sedikit lebih sulit, setelah sampel awal diambil kemudian diambil keputusan berdasarkan informasi dalam sampel itu apakah diterima, ditolak, atau diambil sampel kedua. Jika sampel kedua diambil, informasi dari sampel pertama dan kedua digabung untuk mencapai keputusan menerima atau menolak lot.

2.9.3. Pembentukan Lot

Menurut Suprijono (1980:184) bahwa “Lot adalah kumpulan item yang menjadi obyek pemeriksaan”. Lot dapat merupakan :

- ✎ Sekumpulan item yang dibuat dari bahan atau proses yang sama.
- ✎ Sekumpulan item yang dibuat dari mesin atau alat atau operator yang sama.
- ✎ Sekumpulan item yang berasal dari interval waktu yang sama.

Pembentukan lot sangat mempengaruhi mutu barang yang keluar. Beberapa pedoman pembentukan lot adalah sebagai berikut:

- ✎ Jangan mencampur produk dari sumber yang berbeda.
- ✎ Jangan mengakumulasikan produk dalam selang waktu yang sama.
- ✎ Bila produksi dilakukan secara berkesinambungan, penentuan lot terserah kepada petugas rencana dan rencana pemeriksaan dirancang sesuai dengan sifat produksi yang kontinyu.

2.10. *ANSI / ASQC Z1.4 (MIL-STD-105D)*

2.10.1 *Sejarah ANSI / ASQC Z1.4 (MIL-STD-105D)*

Awal mula dari *ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)* adalah *MIL-STD-105A* tahun 1950, kemudian direvisi menjadi *MIL-STD-105D* tahun 1989 yang ditunda sampai 1991. sampai sekarang standart tersebut diadopsi oleh *International Standart Organization (ISO)* sebagai *ISO 2859. ANSI / ASQC Z1.4 / Military Standard 105D* (Dorothea, 2004:228) adalah sistem perencanaan penarikan sampel penerimaan atribut lot demi lot. Titik pokok dari *ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)* adalah ukuran penerimaan kualitas atau *AQL (Acceptance Quality Level)*, karena itu diberi indeks berdasarkan harga *AQL*. Dalam sampling penerimaan, harga *AQL* diambil dari rata-rata proses yang disetujui memenuhi kriteria menghasilkan lot yang baik.

Konsep *AQL* pertama kali direncanakan sehubungan dengan penarikan sampel penerimaan secara statistik untuk Direktorat Perlengkapan dari Angkatan Darat Amerika Serikat. Tabel dan prosedur yang digunakan kemudian dikembangkan pada tahun 1942. Setelah melalui perkembangan yang cukup lama, konsep *AQL* dikenal sebagai label *ABC-STD-105D (MIL-STD-105D)*.

Seperti yang telah dijelaskan di atas, titik pokok tabel *MIL-STD-105D* adalah *AQL*. Oleh karena itu, tabel ini diberi indeks berdasarkan beberapa harga *AQL*. Untuk itu harga *AQL* berkisar antara 0,1% - 10%. Disini akan diberikan definisi dalam standar ABC, yaitu yang digunakan dalam pembahasan ini. Dalam standar ABC, definisi dari *AQL* adalah maksimum persen cacat (jumlah maksimum kecacatan per seratus unit) yang bentuk keperluan penarikan sampel, dapat dianggap memadai sebagai rata-rata proses.

Dalam mempergunakan *MIL-STD-105D* ini perlu ditentukan tingkat pemeriksaan. Ini menentukan hubungan antara ukuran sampel dan lot yang dipergunakan. Tingkat pemeriksaan dikelompokkan ke dalam tujuh macam pemeriksaan yang terbagi dalam :

1. Tingkat pemeriksaan khusus

Tingkat pemeriksaan khusus dibagi dalam 4 macam, yaitu S-1, S-2, S-3, S-4. Tingkat ini jarang dipakai karena ukuran sampel yang dipergunakan sangat kecil dan mempunyai resiko sampel yang besar dan dipergunakan untuk pengujian yang bersifat merusak.

2. Tingkat pemeriksaan umum

Tingkat pemeriksaan umum dipergunakan untuk pemeriksaan yang bersifat tidak merusak. Tingkat pemeriksaan umum dibagi dalam 3 macam yaitu :

Tingkat I : direncanakan apabila dibutuhkan daya pisah yang lebih kecil.

Tingkat II : direncanakan untuk pemeriksaan normal,

Tingkat III : direncanakan apabila dibutuhkan daya pisah yang lebih besar.

Biasanya selalu dipergunakan tingkat pemeriksaan II (normal).

2.10.2. Macam-macam Pemeriksaan pada ANSI/ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)

Pada MIL-STD-105D terdapat tiga jenis pemeriksaan, yaitu : pemeriksaan normal, pemeriksaan diperketat dan pemeriksaan tereduksi (longgar). Dalam sampling penerimaan, pemeriksaan normal digunakan pada awal aktivitas pemeriksaan jika tidak ada ketentuan lain. Menurut Montgomery (1990), adapun aturan perpindahan bagi pemeriksaan normal, diperketat dan longgar MIL-STD-105D adalah sebagai berikut:

1. Normal ke ketat.

Apabila pemeriksaan normal sedang berjalan, pemeriksaan ketat diadakan jika terdapat 1 lot yang ditolak.

2. Ketat ke normal

Apabila pemeriksaan ketat tersebut berlangsung dengan 5 kali berturut-turut dari lot dapat diterima (baik).

3. Normal ke longgar

Sifat pengawasan normal kalau sudah tidak efektif lagi dapat diganti menjadi pengawasan longgar apabila telah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a) Telah memenuhi 10 kali secara berturut-turut tidak pernah terjadi penolakan.
- b) Pemeriksaan longgar ini dianggap perlu oleh yang bersangkutan.

4. Longgar ke normal

Apabila pemeriksaan longgar sedang berjalan dapat beralih ke pemeriksaan normal apabila memenuhi salah satu dari empat syarat berikut :

- a) Bila dalam pemeriksaan terjadi satu lot ditolak.
- b) Suatu lot dianggap diterima, dengan jumlah cacat di bawah batas penolakan melebihi batas penerimaan.

- c) Hal-hal lain yang menuntut pemeriksaan normal diadakan.
- 5. Penghentian pemeriksaan

Jika telah dilakukan pemeriksaan ketat dan 10 lot berturut-turut ditolak, maka pemeriksaan dihentikan sambil menunggu perbaikan kualitas produk.

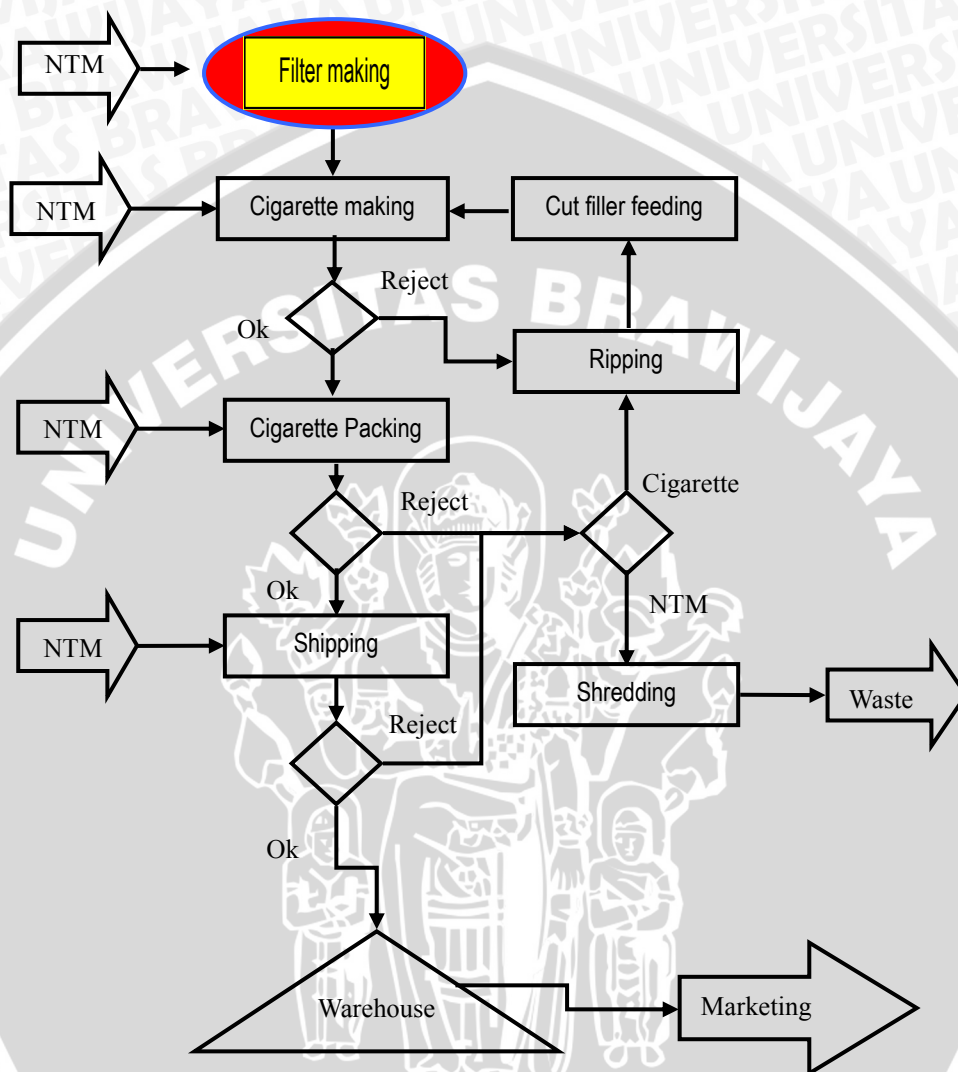
2.10.3. Prosedur Penggunaan *ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)*

Langkah-langkah penggunaan *ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan besarnya tingkat penerimaan mutu *Acceptance Quality Level (AQL)*
Harga *AQL* yang akan diperiksa ditentukan dengan berpedoman pada kriteria cacat maksimum yang dapat diterima (kebijakan manajemen perusahaan).
2. Menentukan isi lot
Isi lot ditentukan didalam dokumen pengadaan dan jika ketentuan tersebut tidak ada maka ditentukan oleh perusahaan.
3. Menentukan tingkat pemeriksaan yang dipakai
Tingkat pemeriksaan ini dipilih dengan mempertimbangkan ada tidaknya syarat atau kondisi khusus yang dapat diambil.
4. Menentukan kode huruf ukuran sampel
5. Menentukan jenis perencanaan sampling, yang sesuai untuk digunakan.
6. Menentukan jumlah sampel
Jumlah sampel ditentukan berdasarkan ukuran lot dan tingkat pemeriksaan yang dipilih. Kode ukuran sampel bisa dilihat dari lampiran 1.
7. Menentukan perencanaan pemeriksaan ketat, normal atau longgar yang sesuai untuk dipergunakan. Biasanya jika tidak ada ketentuan khusus, selalu dipergunakan tingkat pemeriksaan II (normal).
8. Menentukan ukuran sampel, angka penolakan dan penerimaan
9. Ukuran sampel serta angka penerimaan (*Ac*) dan angka penolakan (*Re*) ditentukan dengan membaca lampiran

2.11 Peta Proses Operasi.

Peta proses operasi di PT "X" Malang secara umum dapat dilihat seperti Gambar 2.17 dibawah ini ;



Gambar 2.17. Peta Proses Operasi

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Dari diagram alir diatas dapat dijelaskan masing-masing bagian proses sebagai berikut;

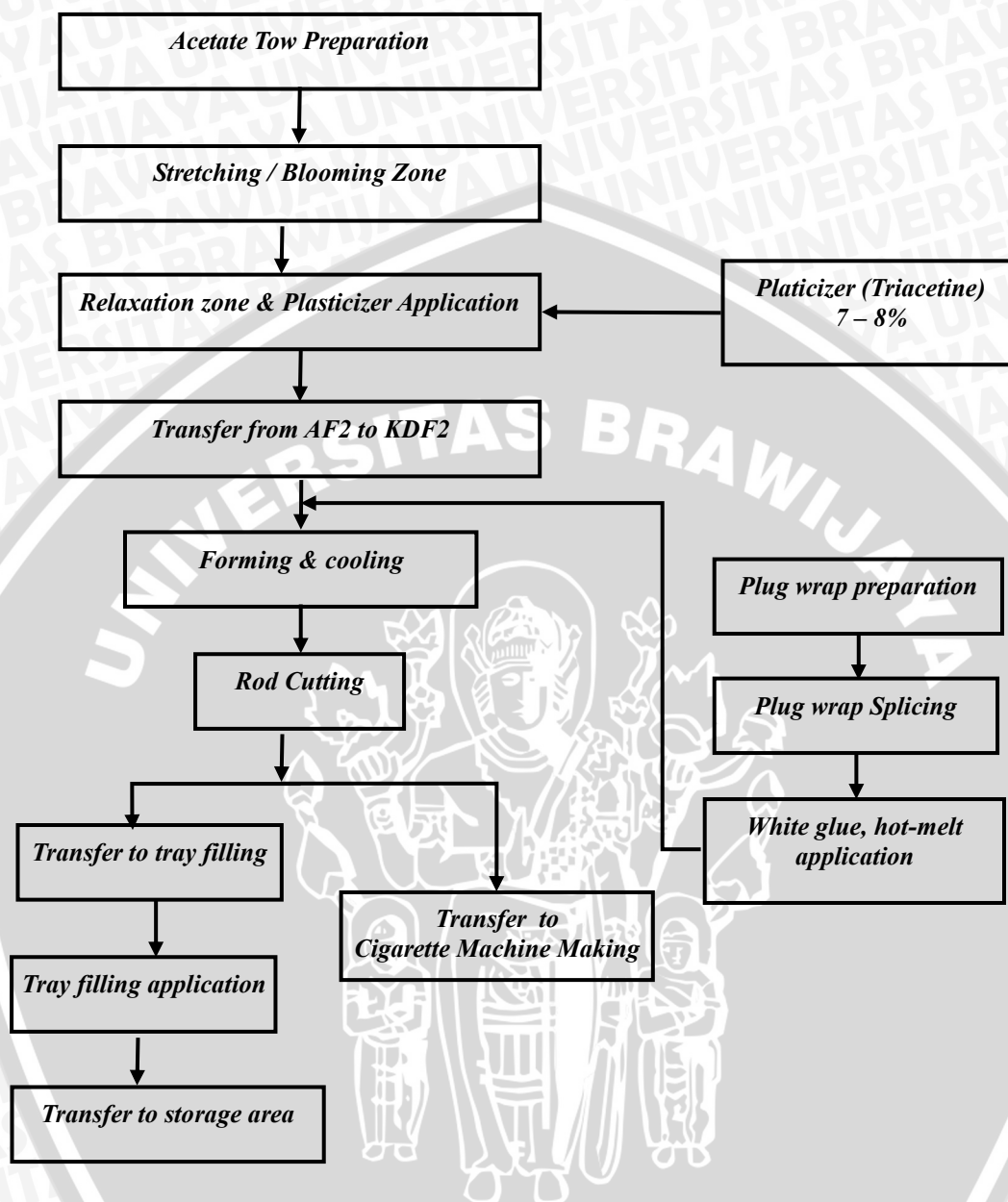
- NTM (*Non Tobacco Material*) adalah semua material yang digunakan dalam proses produksi selain tembakau (*Cut Filler*).
- *Cut Filler* adalah tembakau yang sudah mengalami perajangan dan penambahan bahan-bahan lain yang siap diproses untuk dijadikan batangan rokok

- *Filter Making* adalah proses pembuatan filter dengan menggunakan mesin filter. Mesin yang digunakan adalah jenis AF2/KDF2 dengan bahan utama *acetate tow, plug wrap, hot melt, white glue, dan platicizer (triacetine)*.
- *Cigarette Making* adalah proses pembuatan batangan / rokok dengan menggunakan mesin ORION 8000 atau MK 9. Bahan dasar dari proses ini adalah *cut filler, filter, cigarette paper* dan *CTP (cigarette tipping paper)*.
- *Cut Filler Feeding* adalah suatu proses pendistribusian *cut filler* oleh mesin feeder ke masing-masing pipa mesin cigarette making secara otomatis.
- *Cigarette Packing* adalah proses pengepakan batang rokok dengan menggunakan mesin packer jenis GDX2-4350.
- *Shipping* adalah proses pengemasan, pemberian identitas dengan menggunakan kode-kode produksi dan pengirimannya.
- *Ripping* adalah proses pengolahan kembali batangan rokok yang di-reject selama proses produksi, dimana tembakaunya diproses kembali ke mesin feeder.
- *Shreding* adalah proses penghancuran NTM yang bertulis merek produk.
- *Waste* adalah proses pembuangan sampah produksi yang selanjutnya dikemas untuk dihancurkan.
- *Warehouse* adalah tempat penyimpanan barang jadi sebelum dikirim ke pelanggan.
- *Marketing* adalah pemasaran produk ke konsumen.

Dari masing-masing proses mempunyai masalah-masalah yang berbeda satu dengan yang lain yang dapat menimbulkan cacat pada proses tersebut. Apabila ditemukan cacat produk, maka produk yang dihasilkan tidak boleh dilanjutkan pada proses selanjutnya. Jika dari awal suatu proses sudah banyak mengalami cacat maka dapat dipastikan bahwa proses selanjutnya akan banyak mengalami cacat pula.

Dengan pertimbangan tersebut diatas maka penelitian ini difokuskan pada proses pembuatan filter rokok. Dari diagram alir diatas terlihat bahwa proses pembuatan filter ini adalah awal dari proses pembuatan rokok yang nantinya produk tersebut akan dikirim ke konsumen. Dan jika kualitas dari produk yang dihasilkan kurang baik dan tidak memenuhi kepuasan konsumen (*consumen satisfaction*) maka suatu saat produk tersebut akan ditinggalkan konsumen, sehingga hal tersebut merupakan suatu kerugian dari perusahaan.

Gambar 2.18 berikut ini adalah diagram alir pembuatan filter rokok;



Gambar 2.18. Diagram Alir Pembuatan Filter Rokok

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Dari diagram alir diatas dapat dijelaskan tahap-tahap proses produksi filter rokok seperti dibawah ini;

Pada penelitian ini mesin yang jadi fokus penelitian adalah AF2/KDF2 Made by Hauni GMBH–Germany dengan *rod speed* aktual yang diterapkan adalah 300 meter/menit. Seperti pada Gambar 2.19 dibawah ini adalah mesin pembuat filter rokok yang dimaksud.



Gambar 2.19. AF2/KDF2 Machine Filter Making
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Pertama kali yang dilakukan oleh operator adalah mempersiapkan *acetate tow* sebelum melakukan proses produksi. Pada Gambar 2.20 menunjukkan persiapan dari *acetate tow* tersebut sebelum diproses menjadi *filter rod*.



Gambar 2.20. Acetate Tow Preparation
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Selanjutnya agar produk filter yang dihasilkan penampangnya baik, maka sebelumnya dilakukan pengembangan awal (*blooming*) terhadap penampang dari *acetate tow* serta penegangan agar filter. Pada proses ini dimaksudkan agar produk yang dihasilkan tidak mengumpal atau keriting sehingga dapat menghasilkan filter yang baik. Selain itu agar produktifitasnya tinggi, karena mesin berjalan dengan lancar. Dari Gambar 2.21 menunjukkan proses pengembangan dan penegangan awal terhadap *acetate tow* pada saat mesin mulai melakukan proses produksi.



Gambar 2.21. *Stretching or Blooming Zone*

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Setelah mengalami pengembangan dan penegangan terhadap *acetate tow*, maka diperlukan relaksasi dan pemberian *plasticizer* (PZ). Pemberian PZ tersebut berfungsi untuk memudahkan dalam mengatur kerapatan atau merekatkan *acetate tow* didalam pembentukan filternya. Pada perusahaan ini jenis PZ yang digunakan adalah *triacitine*. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.22 di bawah ini.



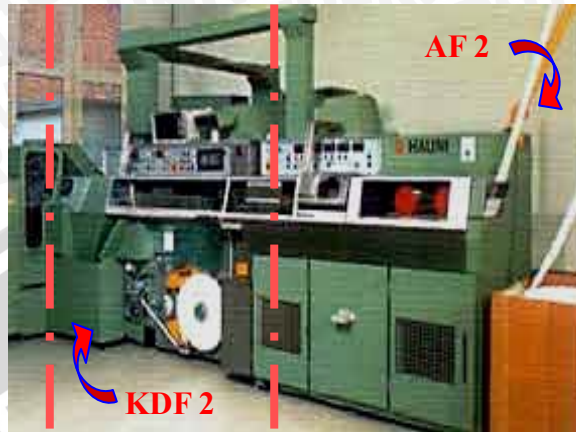
Gambar 2.22. *Relaxation zone & Plasticizer Application*

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Proses *Relaxation zone & Plasticizer Application* terjadi pada mesin AF2. didalam unit mesin ini PZ disemburkan terhadap *acetate tow* yang dikembangkan oleh rol-rol pada unit ini.

Sedangkan untuk pembentukan dari *acetate tow* ke *filter rod* terjadi di KDF2. Pada proses disini terjadi relaksasi pada *acetate tow* yang berfungsi agar filter yang telah dibentuk tidak mengalami penegangan yang bisa menyebabkan pada saat filter menjadi kurang baik hasilnya adanya tegangan sisa, dan penyemprotan *triacitine*

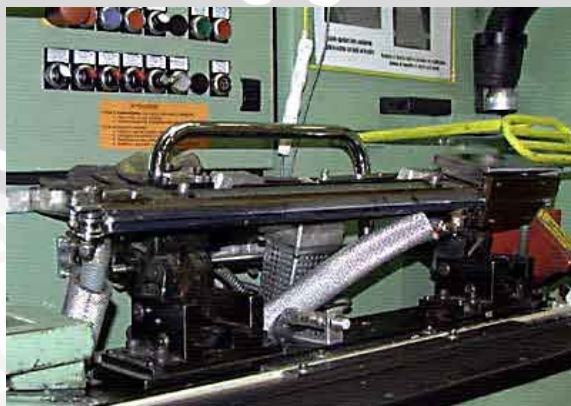
berfungsi untuk merekatkan pada *acetate tow*. Dari Gambar 2.23 dibawah ini menunjukkan bagian dari AF2 dan KDF2.



Gambar 2.23. Transfer from AF2 to KDF2

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

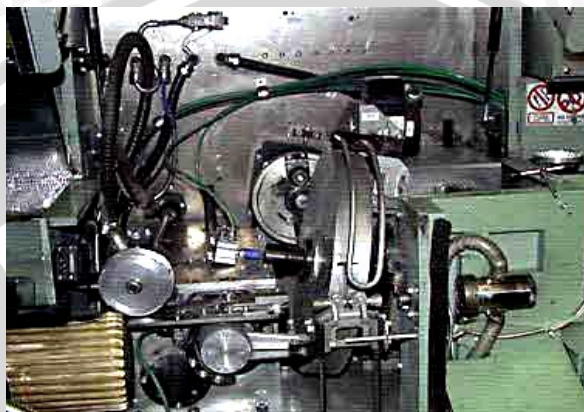
Gambar 2.24 dibawah ini adalah bagian dari KDF2, dimana terjadinya pembentukan *filter rod*. Pada proses ini bermula dari penggulungan *acetate tow* yang kemudian dibungkus oleh *plug wrap* yang telah diberi cairan lem pada bagian penampang tengahnya yang berguna untuk mengikat *acetate tow* dengan *plug wrap* didalam *long forming unit*. Kemudian untuk merekatkan *plug wrap* diberi *hot melt* pada bagian *overlapnya* guna merekatkan gulungan *plug wrap* tadi, lalu melakukan pendinginan terhadap *overlap* agar lem tersebut dapat merekat. Temperatur yang digunakan untuk mencairkan *hot melt* adalah sekitar 170° C. Dengan demikian diharapkan agar *filter rod* tidak pecah.



Gambar 2.24. Forming & Cooling Chamber

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Pada Gambar 2.25 menunjukkan bagian mesin untuk proses pemotongan *filter rod*. Karena kebutuhan panjang filter antara jenis satu dengan yang lain berbeda, maka diperlukan pemotongan *filter rod*. Pemotongan panjang filter disesuaikan dengan jenis brand rokok yang membutuhkan. Jenis *filter rod* yang diteliti dalam penelitian ini adalah jenis 033-I dengan spesifikasi panjang filter $126 \pm .5$ mm.



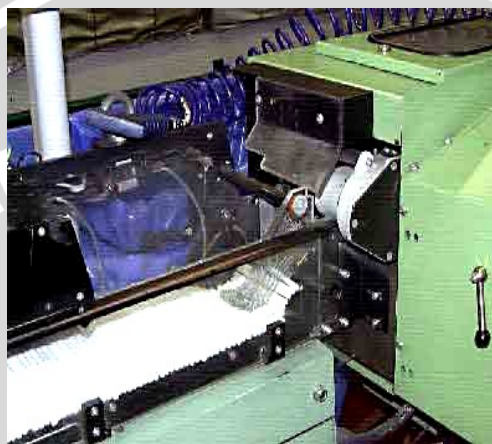
Gambar 2.25. Rod Cutting
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Setelah dipotong sesuai dengan spesifikasi yang ada, filter-filter tersebut didistribusikan ke *Cigarette Machine Making* yang sesuai dengan brandnya melalui pipa-pipa distribusi atau dengan *tray filter distribution* seperti dilihat pada Gambar 2.26 dibawah ini;



Gambar 2.26. Transfer Filter to Cigarette Machine Making
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Jika filter yang ditransfer ke *Cigarette Machine Making* telah penuh atau *Cigarette Machine Making* mengalami kerusakan maka hasil produksi filter tersebut dikirim ke *tray buffer* untuk persediaan filter (Gambar 2.27). Hal ini dilakukan jika suatu saat yang mengalami kerusakan adalah *Filter Machine Making* maka masih ada persediaan filter, sehingga *Cigarette Machine Making* tidak perlu berhenti yang disebabkan oleh keterlambatan pasokan filter.



Gambar 2.27. Transfer to Tray Filling

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Sebelum dimasukkan kedalam *box filter* terlebih dahulu ditransfer ke *tray filter* untuk memudahkan operator dalam mengemas ke dalam box filter. Seperti terlihat pada Gambar 2.28 dibawah ini;



Gambar 2.28. Tray Filling Application

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Setelah dimasukkan kedalam box filter, selanjutnya dikirim ke gudang penyimpanan filter. Penumpukan box filter pada palet tidak boleh lebih dari 20 tumpukan, hal ini untuk menjaga agar filter yang disimpan tidak mengalami kerusakan karena adanya beban yang lebih akibat penumpukan serta untuk memberikan kenyamanan *ergonomis* bagi operator dalam proses produksi. Seperti terlihat pada Gambar 2.29 dibawah ini;



Gambar 2.29. Transfer to Storage Area
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

2. 12 Alat-alat Pengukuran.

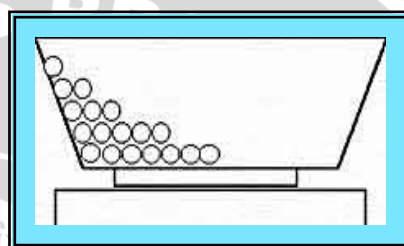
Alat ukur yang digunakan adalah QTM (*Quality Testing Module*) yaitu alat untuk mengukur besarnya parameter *circumference*, *ovality*, dan RTD dari *cigarette* atau *filter rod* dalam memonitoring dan mengontrolnya. Setiap QTM mempunyai jenis parameter output yang berbeda. Seperti terlihat pada Gambar 2.30 dibawah ini;



Gambar 2.30. Alat Ukur QTM
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

2. 12.1 Alat untuk Mengukur Berat filter.

Untuk mengetahui berat filter tiap batangnya dapat diukur dengan alat QTM 8 (Gambar 2.31a), sedangkan yang dilakukan selama ini adalah dengan mengukur tiap 100 batang rokok dengan alat seperti pada Gambar 2.31b, yaitu timbangan digital. Untuk penelitian ini menggunakan timbangan digital dengan jumlah batang 100 batang setiap kali pengukuran.



Gambar 2.31a. QTM 8 Gambar 2.31b. Timbangan Digital
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

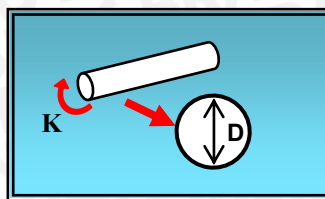
2. 12.2 Alat untuk Mengukur *Circumference filter*.

Alat yang digunakan untuk mengukur *circumference filter rod* menggunakan QTM 3. Seperti terlihat pada Gambar 2.32 dibawah ini;



Gambar 2.32. QTM 3
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Circumference filter rod merupakan keliling dari lingkaran filter. Dimana agar lebih jelas, *circumference filter rod* tersebut dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.33 dibawah ini;



Gambar 2.33. Circumference Filter Rod

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

$$K = \pi \cdot D$$

Di mana ; K = Keliling (*circumference*)

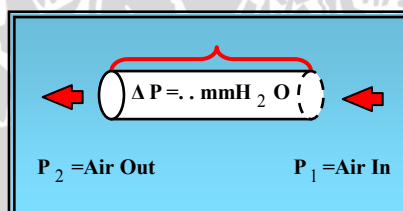
D = Diameter (garis tengah)

$$\pi = 3.14$$

2. 12.3 Alat untuk Mengukur RTD filter.

RTD (*Resistance to Draw*) adalah perbedaan tekanan antara udara yang keluar dengan udara yang masuk pada filter. Pada Gambar 2.34 berikut ini menggambarkan besarnya RTD pada filter. Untuk mengetahui besarnya RTD dapat dirumuskan seperti berikut;

$$\begin{aligned} \text{RTD} &= \Delta P \\ &= P_1 - P_2 \end{aligned}$$



Gambar 2.34. RTD Filter

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Alat yang digunakan untuk mengukur besarnya RTD filter adalah QTM 5 seperti Gambar 2.35 dibawah ini.



Gambar 2.35. QTM 5

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

2. 12.4 Alat untuk Mengukur *Ovality filter*.

Alat yang digunakan untuk mengukur *ovality filter* dengan menggunakan QTM 3 sama dengan untuk mengukur *circumference filter*. Yang membedakan pengukuran *circumference* dan *ovality* adalah dalam perumusannya. Jika *circumference* langsung mengukur besarnya keliling filter, tetapi kalau *ovality* mengukur besarnya selisih perbedaan diameternya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.36 dibawah ini;

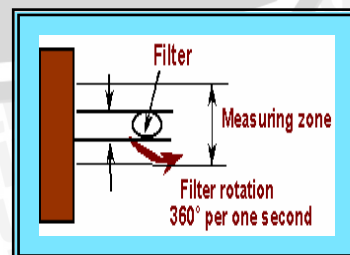
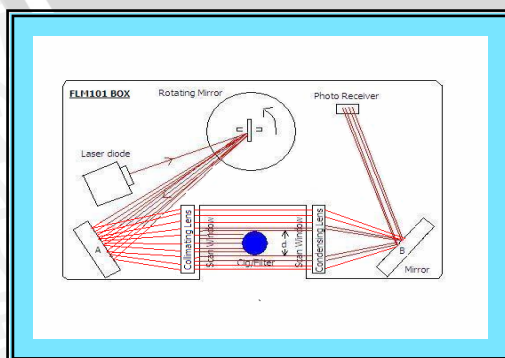
$$Ovality = Diameter Maximum - Diameter Minimum.$$



Gambar 2.36. QTM 3

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Didalam mengukur *ovality*, prinsip kerja dari QTM 3 dapat terlihat pada Gambar 2.37 dibawah ini. Ketika *filter* yang dimasukkan pada QTM 3, *filter* tersebut akan disinari oleh laser diode dan diputar 360°. Dari sini dapat diketahui diameter maximum dan diameter minimum dari filter itu sendiri. Sehingga besarnya *ovality filter* dapat diketahui dengan menggunakan rumus diatas.



Gambar 2.37. Prinsip kerja QTM 3

Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Pengambilan sampel setiap hari dilakukan secara acak dengan durasi waktu 30 menit. Dimana setiap kali pengecekan, jumlah batang filter yang dicek berjumlah 100 batang kemudian dari 100 diambil 10 untuk mengetahui besarnya *circumference*, *rtd* dan *ovality* selanjutnya diambil *standart deviasi* dan rata-ratanya, sedangkan untuk data atribut diambil 20 batang dari 100 batang sampling yang ada.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian Operasional.

Metodologi penelitian merupakan rangkaian dari suatu proses yang dilakukan secara terencana dan sistematis untuk menyelesaikan suatu masalah yang sedang dibahas. Selain itu metodologi penelitian dijadikan kerangka dasar berfikir yang logis, bagi pengembangan penelitian untuk dapat mengambil kesimpulan secara ilmiah.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. *Field Research*

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

a. Observasi

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengamati langsung terhadap jalannya aktivitas-aktivitas dari objek yang diteliti.

b. Interview

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan melakukan wawancara langsung kepada pihak-pihak yang terkait di dalam perusahaan, yang membantu memberikan penjelasan tentang masalah yang diteliti.

c. Dokumentasi

Pengambilan data dengan meneliti catatan-catatan atau arsip yang telah ada seperti catatan *downtime*, standart kualitas filter, aliran proses produksi, dan lainnya yang diperlukan.

2. *Library Research*

Library Research, merupakan suatu cara pengumpulan data sebagai dasar yang dipakai sebagai pedoman dan acuan dalam pemecahan masalah,

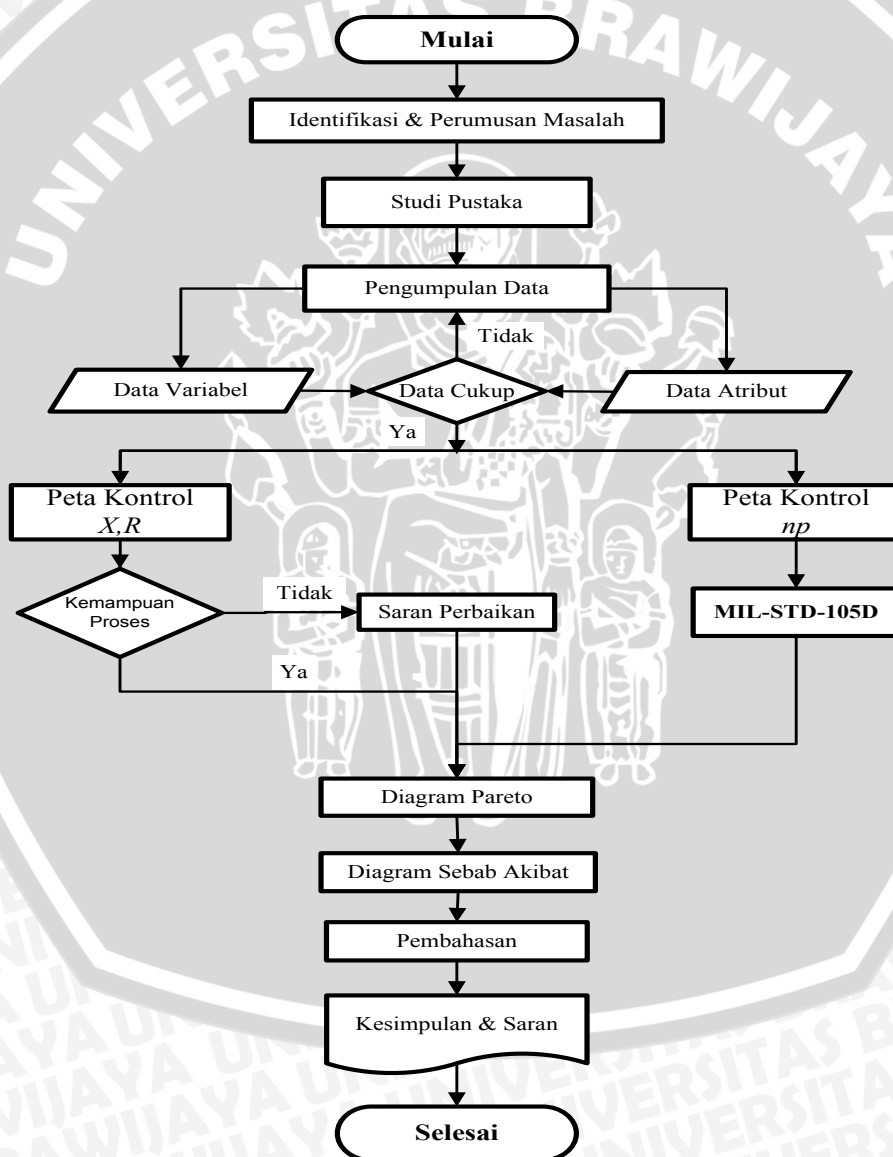
dengan mempelajari buku-buku, jurnal, diktat atau literatur yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang dibahas.

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di PT. "X" Malang yang terletak di Karanglo - Malang. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Juni 2006.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.dibawah ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir (Gambar 3.1) diatas dapat dijelaskan langkah-langkah didalam penelitian ini yaitu;

3.4.1. Mulai

Langkah awal dalam memulai penelitian ini adalah dengan melakukan survey untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang berkenaan dengan objek penelitian dan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada perusahaan.

3.4.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan dan informasi yang telah diperoleh, kemudian merumuskan masalah yang akan menjadi perhatian utama pada penelitian ini yaitu masalah kualitas dari produk *filter*

3.4.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperluas serta mendalami wawasan pengetahuan peneliti mengenai teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang sedang diteliti serta proses penelitian itu sendiri. Dalam hal ini, tinjauan pustaka yang dilakukan dengan mengacu pada literatur yang berkaitan, seperti buku-buku, jurnal, dan lain lain yang berkaitan dengan kontrol kualitas, metode statistik dan lain-lain.

3.4.4. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang diperlukan dan berhubungan dengan kualitas produk *filter* yaitu :

a) Data Variabel

Yaitu data berdasarkan karakteristik kualitas yang terukur dan dapat dinyatakan dengan angka hasil pengukurannya. Data-data yang diambil adalah Berat, *Circumference*, RTD (*Resisten To Draw*), *Ovality*.

b) Data Atribut

Yaitu data berdasarkan karakteristik kualitas yang diperoleh didasarkan atas baik (*acceptable*), dan cacat (*unacceptable*) terhadap produk filter.

3.4.5. Tes kecukupan data

Diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah cukup secara objektif. Pengujian kecukupan data dilakukan didukung

oleh besarnya tingkat ketelitian dan kepercayaan yang digunakan. Tingkat ketelitian dan kepercayaan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah banyak.

3.4.6. Peta kontrol.

Setelah dilakukan tes kecukupan data, kemudian langkah selanjutnya adalah memasukan data-data tersebut ke dalam peta kontrol. Peta kontrol $\bar{X}$, R untuk data variabel, dan peta kontrol np untuk data atribut. Dari gambar peta kontrol tersebut, kita dapat menganalisis data yang ada, apakah ada data yang diluar batas kendali atau tidak, apakah membentuk pola tertentu yang merupakan ketidaknormalan data atau tidak.

3.4.7. Pemeriksaan dengan *ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)*.

Peneliti melakukan pemeriksaan produk dan yang menjadi acuan dasar dari kriteria baik buruknya populasi produk tersebut dari sampel yang didapat adalah dengan tabel-tabel yang terdapat pada *ANSI / ASQC Z 1.4 (MIL-STD-105D)*.

3.4.8. Diagram Pareto

Pareto diagram digunakan untuk menelusuri sumber-sumber kesalahan yang bisa menyebabkan cacat sehingga bisa dilakukan perbaikan yang diperlukan berdasarkan tingkat kesalahan yang paling sering dilakukan.

3.4.9. Diagram Sebab-akibat

Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dari suatu permasalahan, membantu membangkitkan ide serta membantu penyelidikan lebih lanjut.

3.4.10. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan tersebut kemudian diambil kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Dan untuk memberikan pertimbangan yang lebih akurat dalam pengambilan keputusan untuk pengendalian dan peningkatan kualitas.

BAB IV

PENGUMPULAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Variabel.

Dalam penelitian ini data variabel yang akan diteliti meliputi; Berat, *Circumference*, RTD (*Resistance to Draw*), dan *Ovality* dari filter. Data variabel tersebut dapat dilihat pada lampiran 7.

4.1.2 Data Atribut.

Pada penelitian ini data atribut yang diteliti meliputi *improper cut*, *skew cut*, *inner adesive missing*, *seam weak / open*. Data atribut tersebut dapat dilihat pada lampiran 8.

4.2 Test Kecukupan Data.

4.2.1 Untuk Data Variabel.

Untuk dapat menghitung test kecukupan data untuk data variabel dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut;

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

Dari hasil penelitian diperoleh data variabel sebagai berikut;

➤ Contoh perhitungan test kecukupan data untuk Berat

$$\begin{array}{lll} N = 478, & K = 1,96 & s = 5 \% \\ \sum X = 38174 & \sum X^2 = 3042341,75 & \sum X^3 = 1457254352 \end{array}$$

sehingga;

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right] \\ &= \left[\frac{1,96/0,05 \sqrt{478 (3042341,75 - \frac{(38174)^2}{478})}}{38174} \right] \\ &= 394,17 \approx 395 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil dari perhitungan diatas dapat dilihat seperti Tabel 4.1 dibawah ini ;

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Test Kecukupan Data

	Berat	Circumference	RTD	Ovality
N	478	478	478	478
N'	395	393	401	113

Dari keempat N' hasil perhitungan kecukupan data menunjukkan bahwa $N' < N$, maka data sudah mencukupi.

4.2. 2 Untuk Data Atribut.

Untuk dapat menghitung test kecukupan data untuk data atribut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut;

$$N' = \left[\frac{z}{s} \right]^2 \times \bar{p}(1 - \bar{p})$$

Dimana :

$$\bar{p} = \frac{\sum \text{Produk cacat}}{\sum \text{Produk yang diperiksa}}$$

k = Tingkat kepercayaan, jika digunakan 95%, maka k = 1,96

s = *Sampling Error*, dimana digunakan 5%

Dari hasil penelitian diperoleh data atribut sebagai berikut;

$$S = 5 \%, \quad k = 1,96 \quad N = 9560$$

$$\begin{aligned} \bar{p} &= \frac{1152}{9560} \\ &= 0,121 \end{aligned}$$

sehingga;

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{1,96}{0,05} \right]^2 \times 0,121.(1 - 0,121) \\ &= 164 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di ketahui $N' < N$, maka data sudah memenuhi.

4.3 ANSI / ASQC Z1.4 (MIL STD 105D)

ANSI (*American National Standards Institute*) / ASQC (*American Society for Quality Control*) Z1.4 (MIL STD 105D) merupakan salah satu teknik perencanaan sampling penerimaan. Dengan teknik ini diharapkan data yang diperoleh dapat mewakili secara probabilitas proses yang terjadi dan dapat digunakan untuk membantu memberikan analisis terjadinya cacat yang ada. Dalam penelitian ini jumlah produk yang akan diuji sebanyak 100 unit setiap 30 menit, sehingga dari data tersebut dapat ditentukan bahwa tingkat inspeksi yang dilakukan adalah inspeksi tingkat II dengan kode F dan diperoleh nilai $n = 10$. Berdasarkan perhitungan, diperoleh AQL dari proses ini sebesar 12% berasal dari banyaknya cacat dibagi dengan jumlah sampel yang ada. Karena nilai AQLnya 12% maka berdasar ketentuan yang ada dicari yang terdekat yaitu 10% didapat $Ac = 5$ dan $Re = 6$. Dari tabel 4.2 didapat data ke-6 dan ke-21 ditolak sehingga harus dilakukan pengecekan ulang atau direject. Pada penggunaan teknik ini diharapkan resiko terjadinya kesalahan dari pada perencanaan sampling penerimaan dapat diminimalkan. Hasil dari penerapan MIL STD 105D untuk data atribut dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini;

Tabel 4.2 Hasil Penerapan MIL STD 105D

No	Jml Sampel	Kode	Jenis	Ac	Re	Defect	Ket
1	20	F	Normal	5	6	3	Y
2	20	F	Normal	5	6	2	Y
3	20	F	Normal	5	6	3	Y
4	20	F	Normal	5	6	2	Y
5	20	F	Normal	5	6	2	Y
6	20	F	Normal	5	6	6	N
7	20	F	Normal	5	6	2	Y
8	20	F	Normal	5	6	3	Y
9	20	F	Normal	5	6	1	Y
10	20	F	Normal	5	6	3	Y
11	20	F	Normal	5	6	2	Y
12	20	F	Normal	5	6	5	Y
13	20	F	Normal	5	6	1	Y
14	20	F	Normal	5	6	2	Y
15	20	F	Normal	5	6	1	Y
16	20	F	Normal	5	6	2	Y
17	20	F	Normal	5	6	1	Y
18	20	F	Normal	5	6	3	Y
19	20	F	Normal	5	6	2	Y
20	20	F	Normal	5	6	3	Y
21	20	F	Normal	5	6	6	N
22	20	F	Normal	5	6	1	Y
23	20	F	Normal	5	6	2	Y

24	20	F	Normal	5	6	2	Y
25	20	F	Normal	5	6	2	Y
26	20	F	Normal	5	6	2	Y
27	20	F	Normal	5	6	3	Y
28	20	F	Normal	5	6	2	Y
29	20	F	Normal	5	6	4	Y
30	20	F	Normal	5	6	2	Y

4.4 Peta Kontrol

4.4.1 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan R untuk Berat

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk menghitung besarnya batas kontrol untuk data variabel berat. Untuk data berikut ini menggunakan $\bar{X}$ dan R chart, karena dalam pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan satu kali untuk setiap 30 menit, sehingga rumus yang digunakan adalah ;

➤ Untuk $\bar{X}$ chart:

$$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)}_x &= \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R} \\ &= 79,929 + (0,212 \times 1,943) \\ &= 80,341 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Center Line (CL)}_x &= \bar{X} \\ &= 79,929 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower Control Limit (LCL)}_x &= \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R} \\ &= 79,929 - (0,212 \times 1,943) \\ &= 79,517 \end{aligned}$$

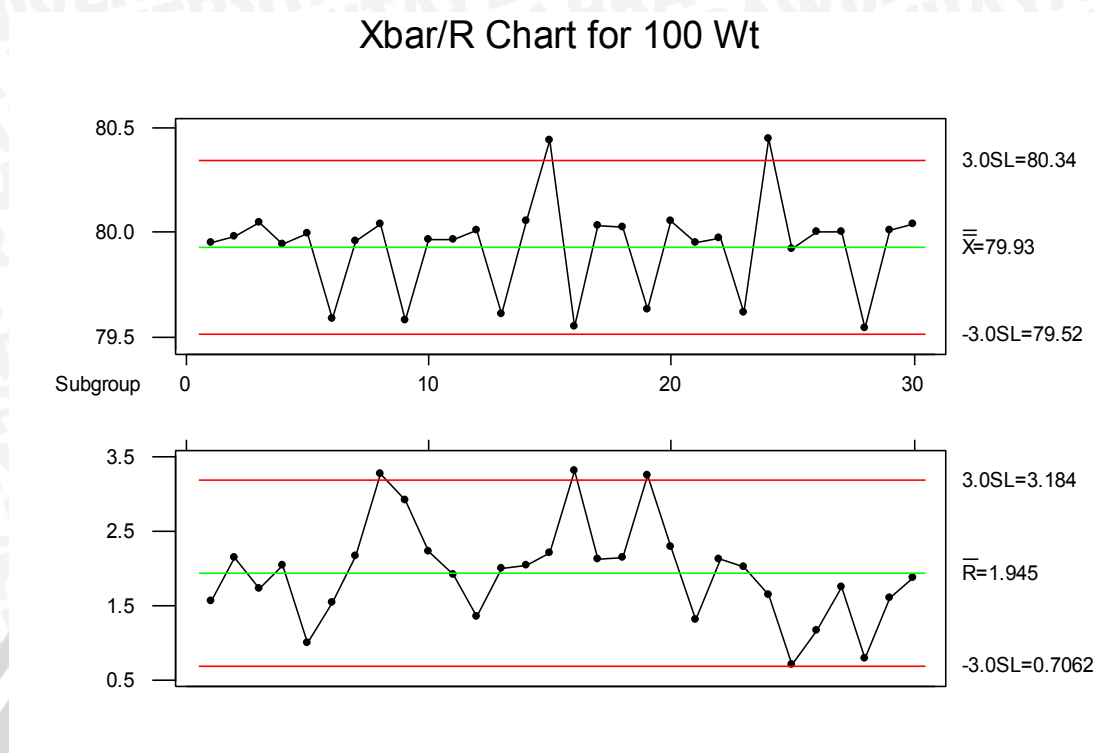
➤ Untuk R chart:

$$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= D_4 \cdot \bar{R} \\ &= 1,637 \times 1,945 \\ &= 3,184 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Center Line (CL)} &= \bar{R} \\ &= 1,945 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower Control Limit (LCL)} &= D_3 \cdot \bar{R} \\ &= 0,363 \times 1,945 \\ &= 0,706 \end{aligned}$$

Dibawah ini adalah hasil dari pengolahan peta control pada data variabel untuk berat filter dengan menggunakan software minitab.



Gambar 4.1 Peta Kontrol untuk Berat

Sumber: Analisis Minitab

Dari peta kontrol untuk data berat pada Gambar 4.1 diatas dapat dijelaskan bahwa:

1. $\bar{X}$ Chart.

Berdasarkan dari hasil pengolahan data $\bar{X}$ Chart untuk data variabel untuk berat pada Gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwa pada peta kontrol menunjukkan beberapa data keluar batas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa proses keluar dari batas kendali. Dari sampel ke-15 dan ke-25 tersebut harus menjadi perhatian untuk dicari penyebab terjadinya penyimpangan. Kemudian untuk memutuskan perlunya dilakukan perbaikan lebih lanjut atau tidak, sehingga hasil dari produk dapat sesuai dengan apa yang ditargetkan. Dari perbandingan menunjukkan bahwa batas atas untuk *control limit* (80,34) lebih besar dari batas *spesifikasi limit* (80,06), dan untuk batas bawah untuk *control limit* (78,54) lebih besar dari batas *spesifikasi limit* (79,52), sedangkan target untuk *spesifikasi limit* (79,80) lebih kecil dari *control limit* (79,93), untuk itu perlu adanya penyesuaian terhadap batas-batas kontrolnya dan disesuaikan dengan hasil perhitungan yang ada didalam pengendalian untuk peningkatan kualitas produknya.

2. *R Chart*.

Sedangkan pada *R Chart* yang terlihat pada Gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa proses juga berada diluar kontrol. Hal ini dapat dilihat dari peta kontrol yang masih ada data yang keluar dari batas kontrolnya. Dari data yang berada diluar batas kontrol menjadi perhatian untuk dilakukan tindakan lebih lanjut.

4.4.2 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan *S* untuk *Circumference*.

Didalam pembuatan peta kontrol untuk data *circumference*, *rtd*, dan *ovality* dengan menggunakan *Xbar S-chart*, karena dengan menggunakan *Xbar S-chart* ini lebih akurat terhadap pergeseran standart deviasi proses untuk ukuran sampel yang banyak yaitu $n \geq 10$ didalam pengukurannya (Montgomery; 222). Dalam penelitian ini jumlah sample $n = 10$, dan untuk setiap subgroup terdapat 16 data, sehingga *Xbar S-chart* lebih tepat digunakan dalam pembuatan peta kontrol untuk data variabel tersebut. Berikut ini adalah contoh perhitungan *Xbar S-chart* untuk data variabel *circumference*.

➤ Untuk $\bar{X}$ chart :

$$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)}_x &= \bar{X} + A_3 \cdot \bar{S} \\ &= 24,469 + (0,763 \times 0,0219) \\ &= 24,489 \\ \text{Center Line (CL)} &= \bar{X} \\ &= 24,469 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)}_x &= \bar{X} - A_3 \cdot \bar{S} \\ &= 24,469 - (0,763 \times 0,0219) \\ &= 24,449 \end{aligned}$$

➤ Untuk *S* chart :

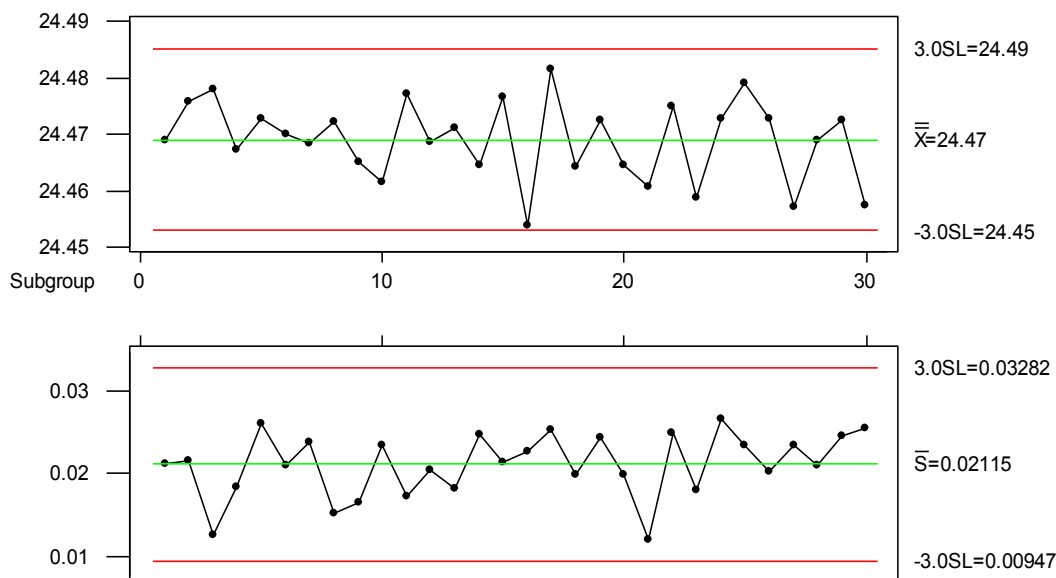
$$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)}_s &= B_4 \cdot \bar{S} \\ &= 1,552 \times 0,0212 \\ &= 0,0328 \\ \text{Center Line (CL)} &= \bar{S} \\ &= 0,0212 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)}_s &= B_3 \cdot \bar{S} \end{aligned}$$

$$= 0,448 \times 0,0212.$$

$$= 0,0095$$

Berikut ini hasil dari pengolahan data $\bar{X}$ bar S-Chart untuk *circumference*.

Xbar/S Chart for Circ



Gambar 4.2 Peta Kontrol untuk *Circumference*

Sumber: Analisis Minitab

Dari peta kontrol untuk *circumference* pada Gambar 4.2 diatas dapat dijelaskan bahwa :

1. $\bar{X}$ chart.

Dari Gambar 4.2 secara umum pola yang ditampilkan pada peta kontrol untuk *circumference* masih dalam batas kendali dan bila dilihat dari perbandingan untuk nilai rata-rata antara *spesifikasi limit* dengan *control limit* menunjukkan adanya pergeseran besarnya target. Jika dilihat dari perbandingan secara keseluruhan, terlihat seluruh data masih dalam batas kontrolnya. Akan tetapi untuk data sampel ke-15, 16 dan 17 menjadi perhatian khusus, karena pada data tersebut terjadi pergeseran yang paling besar. Untuk itu perlu dicari penyebab terjadinya hal tersebut. Jika dilihat dari perbandingan bahwa batas atas untuk *control limit* (24,49) lebih kecil dari *spesifikasi limit* (24,55) dan untuk batas bawah *control limit* (24,45) lebih besar dari *spesifikasi limit* (24,35), hal ini menunjukkan bahwa semua

proses masih dalam batas kontrol, untuk itu dalam pengendalian dan peningkatan kontrol kualitas perlu adanya penyesuaian terhadap batas kontrolnya sesuai dengan perhitungan yang ada.

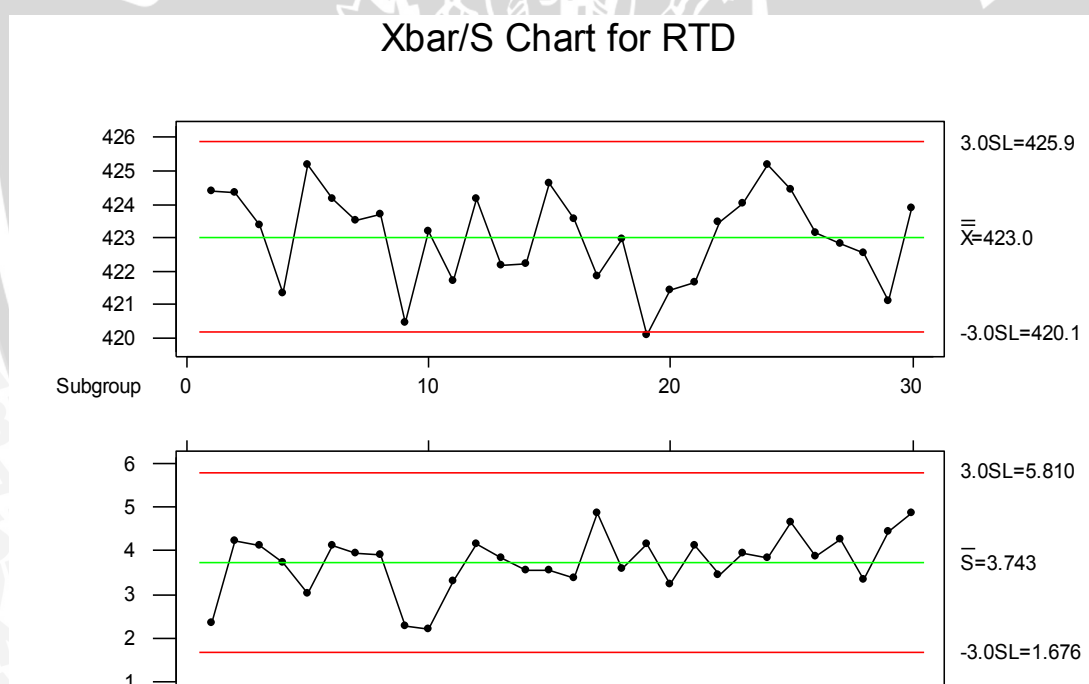
2. *S chart*

Dari peta kontrol *S chart* terlihat bahwa kondisinya cenderung berada disekitar garis tengah dan tidak ada titik yang keluar dari batas kontrol. Namun demikian pada sampel ke-20 perlu adanya perhatian karena letaknya jauh dari rata-rata standart deviasi yang dapat dilihat dari *control chart* tersebut.

4.4.3 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan *S* untuk RTD

Untuk peta kontrol untuk data RTD sama dengan yang digunakan pada *circumference*, yaitu *Xbar S-Chart* dan rumus yang dipakai juga sama.

Dengan cara yang sama diperoleh peta kontrol seperti berikut ;



Gambar 4.3 Peta Kontrol untuk RTD

Sumber: Analisis Minitab

Dari peta kontrol untuk RTD pada Gambar 4.3 diatas dapat dijelaskan bahwa :

1. $\bar{X}$ Chart.

Dari hasil pengolahan data pada Gambar 4.3, terlihat masih ada titik yang masih diluar batas pengendali, dan beberapa titik yang masih jauh dari

garis tengah (garis rata-rata). Pada sampel ke-19 menjadi fokus perhatian, karena pada titik ini terjadi penyimpangan terhadap batas pengendalinya. Sehingga dari kejadian ini perlu dicari penyebab terjadinya penyimpangannya. Dari perbandingan pada target terlihat bahwa ada pergeseran besarnya nilai target dari *spesifikasi limit* sebesar 418 menjadi sebesar 423 pada *control limit*, sedangkan pada batas atas untuk *spesifikasi limit* sebesar 428 menjadi 425,9 pada *control limit* dan batas bawah sebesar 408 untuk *spesifikasi limit* menjadi 420,1 pada *control limit*. Sehingga nilai dari batas atas dan batas bawah dari *control limit* dapat digunakan sebagai batas kontrol dari *spesifikasi limit*nya. Hal ini karena untuk peningkatan kontrol kualitas produk.

2. *S Chart*.

Berdasarkan Gambar 4.3 diatas, terlihat bahwa tidak ada data yang keluar dari batas kontrolnya. Meskipun demikian belum bisa proses yang berjalan dikatakan dalam keadaan terkendali karena pada peta kontrol $\bar{X}$ nya terjadi penyimpangan terhadap batas kontrolnya, meskipun secara keseluruhan pada peta kontrol untuk standart deviasi masih dalam batas kontrol. Dari hal tersebut perlu dilakukan perbaikan mengingat pada peta kontrol $\bar{X}$ masih ada data yang diluar batas kontrol.

4.4.4 Peta Kontrol $\bar{X}$ dan *S* untuk *Ovality*

Untuk peta kontrol untuk data *ovality*, sama dengan yang digunakan pada *circumference* dan *RTD*, yaitu *Xbar S Chart* dan rumus yang dipakai juga sama.

Dari peta kontrol *Ovality* pada Gambar 4.4 dibawah dapat dijelaskan bahwa;

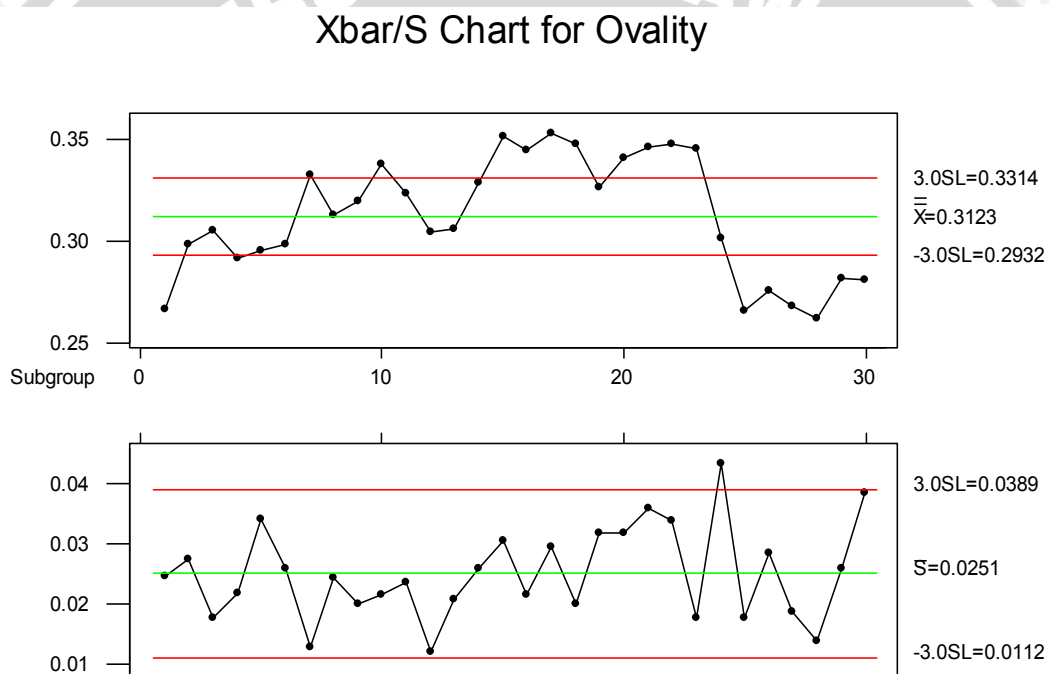
1. $\bar{X}$ Chart.

Berdasarkan Gambar 4.4 diatas, dari peta kontrol $\bar{X}$ terlihat masih banyak data yang keluar dari batas kontrol, baik batas atas maupun batas bawahnya. Tetapi yang menjadi prioritas perhatian dari parameter ini adalah batas atasnya karena nilai maksimum dari parameter ini tidak boleh lebih dari 0,39 mm yang berdasarkan atas batas kontrol spesifikasinya. Berdasar atas data yang ada dapat disimpulkan bahwa untuk parameter ini telah memenuhi

dari ketentuan yang ada, sehingga tidak perlu adanya koreksi terhadap hal tersebut.

2. *S Chart*.

Dari peta kontrol *S* untuk *ovality* terlihat juga beberapa data yang keluar dari batas kontrolnya, sehingga harus dicari faktor penyebabnya untuk kemudian dilakukan perbaikan. Pada peta kontrol ini menunjukkan pola yang tak terduga terhadap proses yang terjadi. Hal ini dapat dilihat pada peta kontrol dibawah ini. Untuk sampel yang berada atas batas kontrol yaitu pada sampel ke-24 perlu dicari terlebih dahulu faktor penyebab terjadinya penyimpangan data yang dihasilkan.



Gambar 4.4 Peta Kontrol untuk Ovality
Sumber: Analisis Minitab

4.4.5 Peta Kontrol *np*

Untuk menentukan peta kontrol pada data atribut berbeda dengan peta kontrol pada data variabel. Pada penelitian ini dalam menentukan peta kontrol untuk data atribut menggunakan peta kontrol *np*. Hal ini dikarena pada pengambilan jumlah sampel adalah konstan dan peta kontrol ini juga digunakan untuk mengetahui jumlah cacat yang ada dalam proses produksi.. Selain itu pada peta kontrol ini menunjukkan banyaknya ketidaksesuaian (cacat) dalam jumlah sampel *n* yang konstan.

Selanjutnya untuk menentukan batas kontrol untuk data atribut adalah dengan cara sebagai berikut;

$$\bar{p} = \frac{1152}{9650} = 0,1205$$

$$\overline{np} = \frac{1152}{478} = 2,41$$

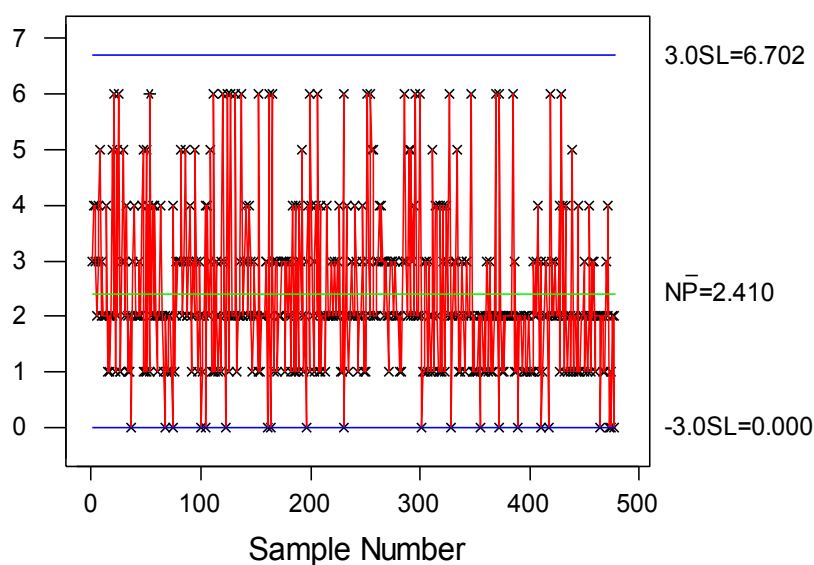
$$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= \overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}(1-\bar{p})} \\ &= 2,41 + 3\sqrt{2,41(1-0,1205)} \\ &= 6,702 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Center Line (CL)} &= \overline{np} \\ &= 2,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower Control Limit (LCL)} &= \overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}(1-\bar{p})} \\ &= 2,41 - 3\sqrt{2,41(1-0,1205)} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Untuk menentukan batas kontrolnya dapat juga dengan menggunakan bantuan *software statistic* yaitu minitab, spss,dll. Berikut ini hasil perhitungan dengan menggunakan bantuan *software* minitab seperti dibawah ini.

NP Chart for Atribut



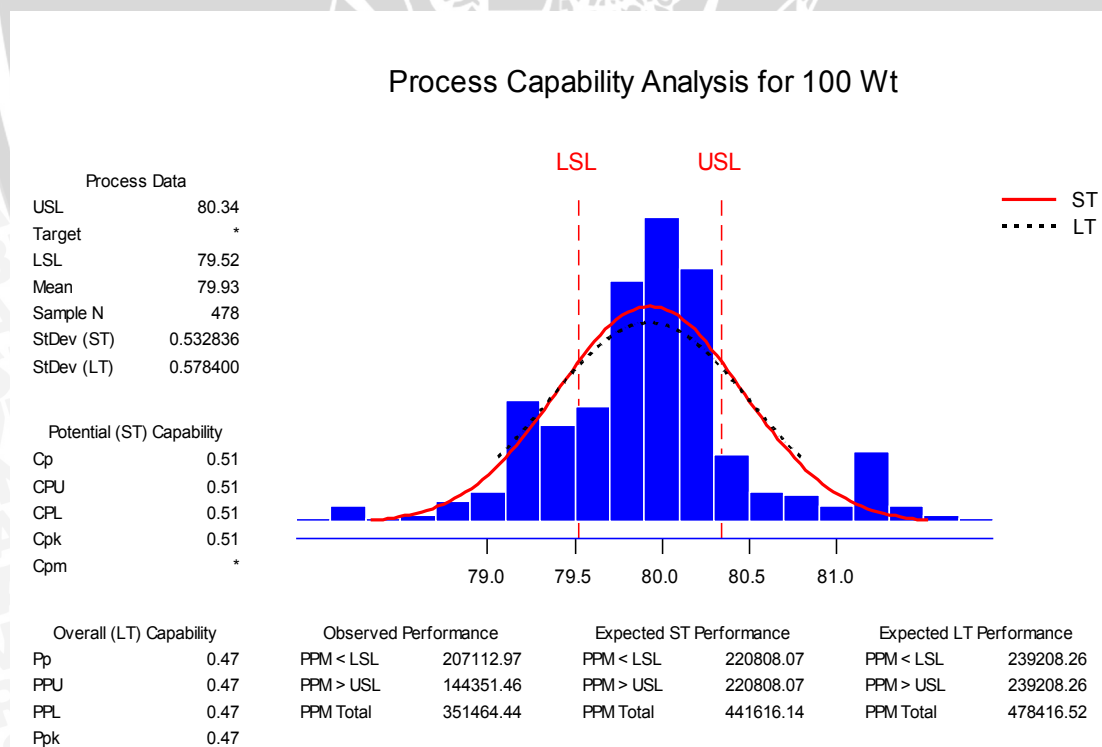
Gambar 4.5 Peta Kontrol untuk np
Sumber: Analisis Minitab

Berdasarkan Gambar 4.5 diatas dapat dilihat bahwa tidak ada data yang keluar dari batas kontrol. Hal ini sebenarnya proses yang terjadi cukup baik. Namun karena pada cacat ini mempunyai bobot yang besar maka tetap saja menjadi perhatian yang utama untuk menuju ke *zero defect*. Selain itu masih banyak titik yang berada jauh dari garis tengah dan antar titik yang lain, maka proses ini menunjukkan ketidakstabilan dari suatu proses. Hal ini biasanya dipengaruhi oleh faktor manusianya karena faktor kelelahan dalam melakukan pemeriksaan.

4.5 Analisis Kemampuan Proses.

4.5.1 Analisis Kemampuan Proses Berat

Analisis kemampuan proses adalah suatu studi keteknikan guna menaksir kemampuan suatu proses. Berdasarkan pengolahan data analisis kemampuan proses dengan menggunakan *software* minitab diperoleh; $C_p = 0,51$; $C_{pu} = 0,51$; $C_{pl} = 0,51$; $C_{pk} = 0,51$. Dari hasil ini menunjukkan bahwa nilai dari indeks kemampuan proses kurang baik karena nilai C_{pk} masih berada pada kisaran $0 \leq C_{pk} \leq 1$. Meskipun proses tersebut masih dalam batas kendali tetapi sebagian dari variasi proses berada diluar batas-batas spesifikasi.



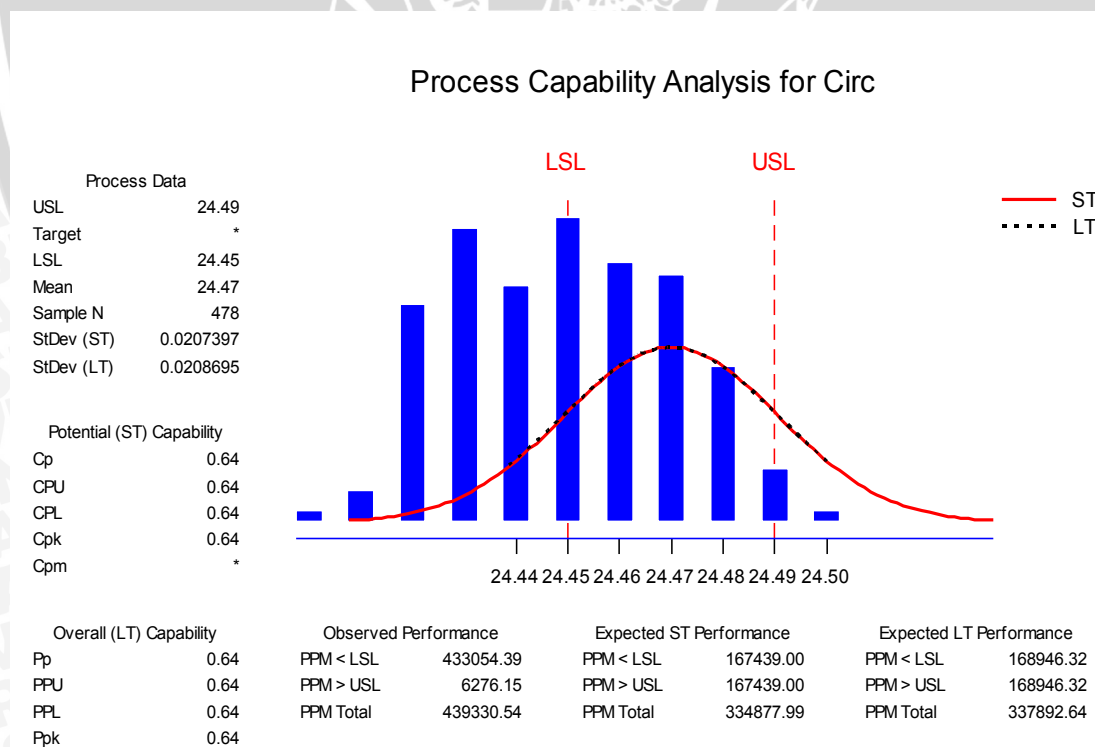
Gambar 4.6 Analisis Kemampuan Proses Berat

Sumber: Analisis Minitab

Berdasarkan atas Gambar 4.6 diatas menunjukkan bahwa frekuensi data terbesar berada diantara batas atas dan batas bawah. Jika dilihat dari pareto diagram lebih dari 60% berada diatas garis rata-rata. Jika dilihat dari yang ditargetkan oleh perusahaan yaitu sebesar 79,8 gr/100 maka data tersebut jauh dari yang diharapkan, sehingga perlu adanya evaluasi terhadap parameter tersebut. Untuk itu dari hasil perhitungan yang ada menunjukkan adanya pergeseran dari target, maka dari itu untuk meningkatkan kualitas produk maka perlu adanya perubahan nilai dari targetnya. Jika dilihat dari kemampuan prosesnya masih rendah yaitu sebesar 0,51 sehingga perlu adanya perbaikan terhadap mesinnya atau dengan melakukan peremajaan terhadap mesin dengan yang baru agar diperoleh hasil yang lebih baik.

4. 5. 2 Analisis Kemampuan Proses *Circumference*

Pada analisis kemampuan proses *circumference* diperoleh penyebaran variasi yang relatif merata. Melalui Gambar 4.7 dibawah ini menunjukkan hasil dari analisis kemampuan proses *circumference*. Besarnya nilai Cpk pada proses ini sebesar 0,64, hal ini menunjukkan bahwa mean proses masih dalam batas spesifikasi selain itu pada proses ini hampir semua variasi berada dalam batas spesifikasi.



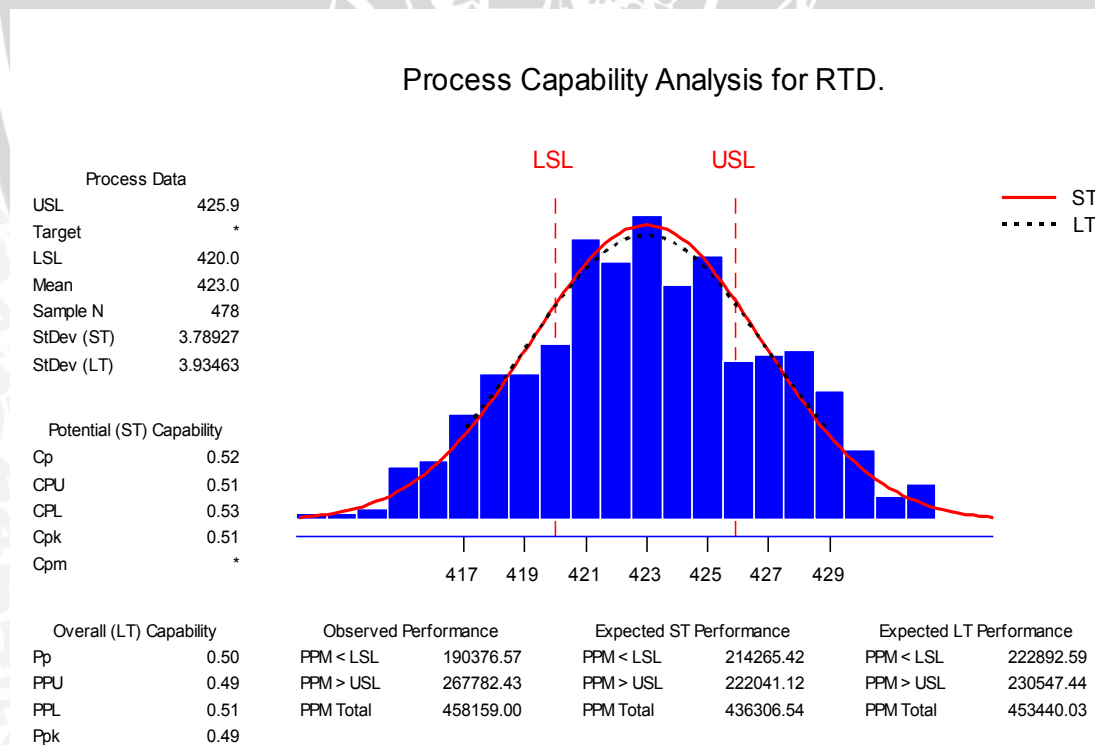
Gambar 4.7 Analisis Kemampuan Proses *Circumference*

Sumber: Analisis Minitab

Jika dilihat dari perbandingan antara target spesifikasi dengan mean yang terjadi memang belum memenuhi dari apa yang diharapkan yaitu sebesar 24,45, akan tetapi agar kualitas produk meningkat maka perlu adanya penyesuaian nilai dengan perhitungan yang ada yaitu dengan mengubah target dari 24,45 menjadi 24,47 karena dengan perubahan nilai ini tidak akan mengganggu dari proses selanjutnya.

4. 5. 3 Analisis Kemampuan Proses RTD

Pada analisis kemampuan proses RTD berdasarkan hasil pengolahan data pada Gambar 4.8 melalui minitab menunjukkan penyebaran variasi yang relatif merata. Meskipun terjadi pergeseran target dengan nilai rata-rata dari proses tersebut. Dari analisis kemampuan proses diperoleh nilai dari; $C_p = 0,52$; $C_{pu} = 0,51$; $C_{pl}=0,53$ dan $C_{pk} = 0,51$. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan proses masih rendah, selain itu menunjukkan bahwa nilai dari rata-rata masih didalam batas spesifikasi, akan tetapi jika dilihat dari besarnya nilai rata-rata menunjukkan bahwa proses ini mendekati dari batas spesifikasinya. Dengan rendahnya nilai dari kemampuan proses tersebut maka perlu adanya perbaikan terhadap mesinnya, atau bisa dengan penggantian dari mesinnya.

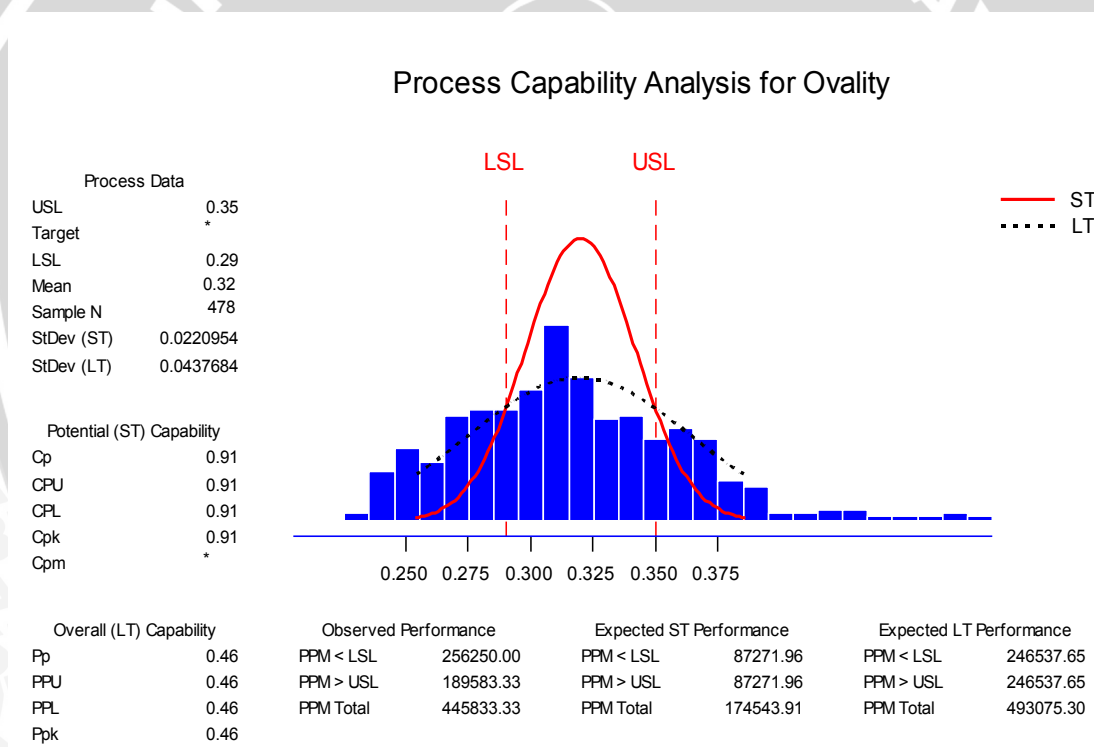


Gambar 4.8 Analisis Kemampuan Proses RTD

Sumber: Analisis Minitab

4.5.4 Analisis Kemampuan Proses *Ovality*

Dari hasil analisis kemampuan proses berdasarkan pada pengolahan data melalui *software* minitab terlihat bahwa nilai dari Cpk hampir mendekati angka 1, ini berarti bahwa rata-rata proses masih dalam batas spesifikasi tetapi sebagian dari variasi proses berada diluar batas-batas spesifikasi. Dan salah satu dari proses berada didalam batas spesifikasi karena untuk batas bawahnya bernilai 0. Jika dilihat dari target yang ditentukan oleh perusahaan adalah kurang dari 0,36, maka jika dilihat dari batas kontrol pada proses data diatas terlihat bahwa untuk batas atasnya adalah 0,35. Meskipun batas bawah menunjukkan nilai 0,29 maka, nilai ini tidak akan berpengaruh terhadap proses yang ada dalam pengambilan keputusan untuk perbaikan. Karena harapan dari perusahaan adalah semakin kecil dari nilai *ovality* maka proses yang terjadi akan semakin



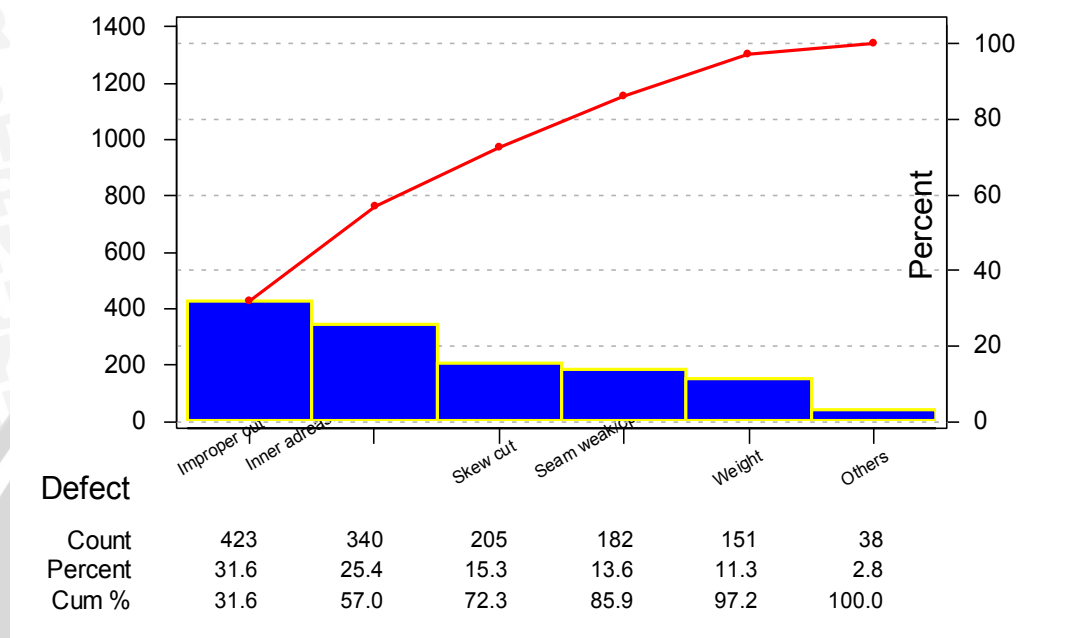
Gambar 4.9 Analisis Kemampuan Proses *Ovality*
Sumber: Analisis Minitab

4.6 Diagram Pareto

Diagram poreto dibuat bertujuan untuk dapat membantu menemukan masalah yang paling penting untuk segera diselesaikan (tertinggi) sampai masalah yang tidak harus cepat diselesaikan (terendah). Selain itu diagram pareto juga dapat digunakan

untuk membandingkan proses sebelum dan sesudah dilakukan tindakan terhadap suatu proses produksi.

DIAGRAM PARETO



Gambar 4.10 Diagram Pareto
Sumber: Analisis Minitab

Dari diagram pareto pada Gambar 4.10 diatas dapat diketahui bahwa untuk cacat tertinggi ditempati oleh *improper cut* (31,6%) kemudian disusul *inner adhesive missing* (25,4%), *skew cut* (15,3%), *seam weak/open* (13,6%) dan selanjutnya. Sehingga dalam penanganan permasalahan diatas *improper cut* mendapat prioritas yang paling utama untuk lebih cepat diselesaikan, disusul kemudian untuk cacat yang lainnya. Setelah mengetahui urutan prioritas dalam penyelesaian lalu dilanjutkan pada tindakan untuk mencari faktor penyebab dan cara penyelesaiannya.

4.7 Diagram Sebab Akibat

Setelah dari diagram pareto dapat diketahui prioritas cacat yang harus diselesaikan, kemudian dicari faktor yang menyebabkan cacat serta cara penyelesaiannya. Dari diagram sebab akibat dapat membantu kita dalam menyelusuri faktor penyebab sehingga kita dapat melakukan tindakan dalam mengurangi terjadinya cacat yang mempengaruhi kualitas produk serta dapat memperbaikinya. Untuk dapat mengetahui sumber masalah, faktor-faktor yang mempengaruhi cacat,

diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap karyawan yang berhubungan langsung dalam pembuatan filter rokok baik operator, teknisi, QA, Spv, serta dari baca manual book yang ada. Berikut ini adalah diagram sebab akibat dari proses yang ada.

4.7.1 Diagram Sebab Akibat untuk *Improper cut*

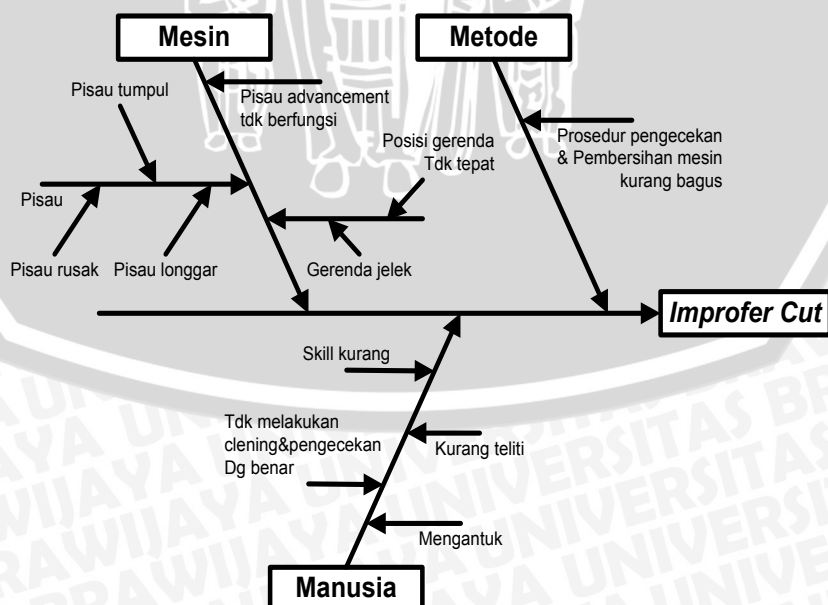
Improper cut adalah cacat atribut dimana kondisi dari batang filter tersebut potongannya tidak bagus. Seperti terlihat pada Gambar 4.18 dibawah ini.



Gambar 4.11 *Improper cut*
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005

Filter ini dianggap cacat jika:

- ✂ Potongan plug wrap tdk rata > 1/2 dari *circumferencenya* filter.
- ✂ Berbendera di ujung filter > 3 mm.
- ✂ Sobek diujung filter > 3 mm.



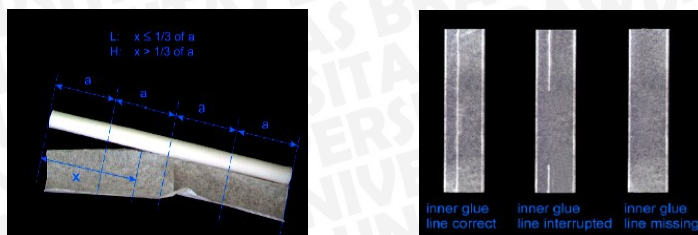
Gambar 4.12 Diagram Sebab akibat untuk *Improper Cut*

Berdasarkan Gambar 4.12 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi *Improper Cut*;

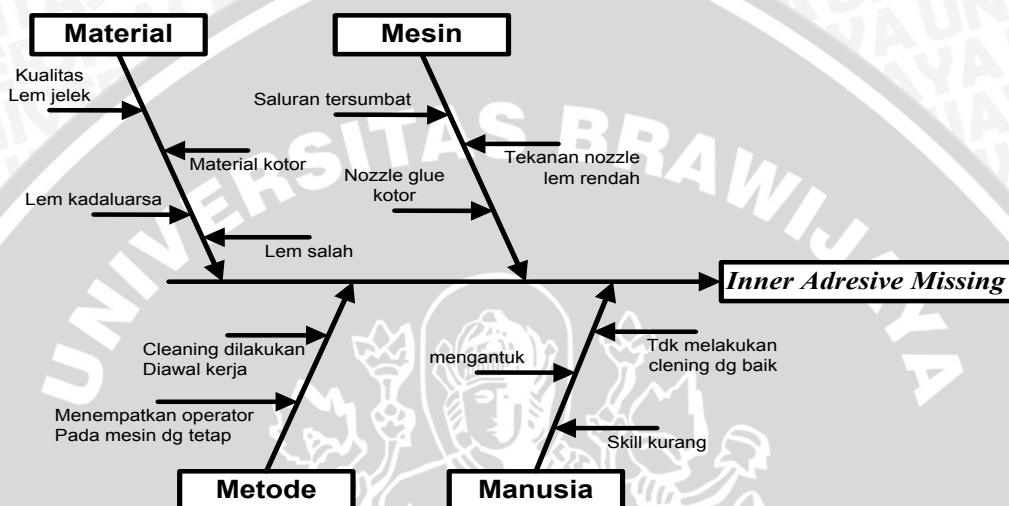
Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• Pisau tumpul	• Potongan yang dihasilkan tidak baik (<i>torn</i>).
	• Pisau rusak, longgar	• Potongan yang dihasilkan tidak rata (<i>ragged</i>).
	• <i>Advancement knife</i> tidak berfungsi dengan baik	• Pada potongan akan timbul serabut di sisi sampingnya (<i>flag</i>)
	• Posisi gerinda tidak tepat	• Pisau cepat rusak
	• Gerinda jelek	• Pisau tumpul dan cepat rusak
Manusia	• Tidak melakukan cleaning dengan baik	• Dengan mengadakan pengecekan terhadap komponen yang mungkin dianggap perlu diganti. Melakukan pergantian pisau disetiap awal shif.
	• Skill kurang	• Kepekaan setiap operator terhadap mesin yang dioperasikan.
Metode	• Prosedur pengecekan dan pembersihan mesin kurang baik	• Pengecekan sulit dilakukan oleh operator karena keterbatasan waktu. • Pembersihan dilakukan disaat kondisi operator sudah lelah sehingga kurang masimal.

4.7.2 Diagram Sebab akibat untuk *Inner Adresive Missing*.

Inner Adresive Missing adalah suatu cacat atribut dimana kondisi dari batang filter tersebut tidak ada *white glue* pada penampang *plugwrap*nya. Cacat ini lebih jelasnya seperti pada Gambar 4.13 dibawah ini. Filter tersebut dianggap cacat *inner adresive missing* jika *white glue* tdk ada sepanjang $\geq 1/3$ panjang filter dengan panjang filter 126 mm.



Gambar 4.13 Inner Adhesive Missing
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005



Gambar 4.14 Diagram Sebab akibat untuk Inner Adhesive Missing

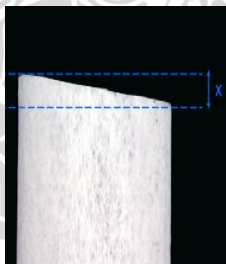
Berdasarkan Gambar 4.14 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi *Inner Adhesive Missing* adalah :

Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• Saluran tersumbat	• Lem tidak bisa keluar
	• Nozzle kotor	• Lem tidak bisa keluar
	• Tekanan nozzle rendah	• Lem tidak lancar.
Manusia	• Tidak melakukan cleaning dengan baik	• Sering terjadi penyumbatan pada <i>nozzle head</i>
	• Skill kurang	• Kepekaan setiap operator terhadap mesin yang dioperasikan.

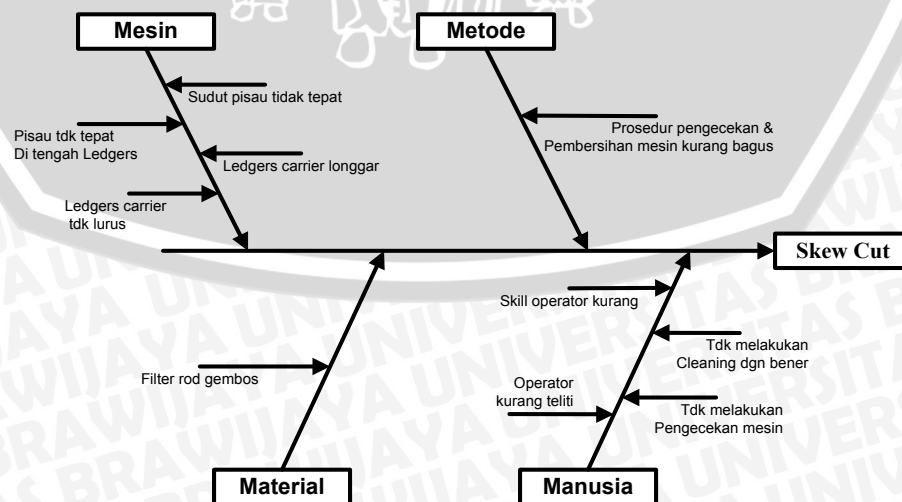
	• Mengantuk	• Sering terjadi keteledoran dalam bekerja.
Material	• Material kotor • Kualitas lem jelek	• Lem tidak bisa lengket • Lem tidak bisa lengket
	• Lem kadaluarsa, lem jelek	• Lem tidak bisa lengket.
Metode	• Melakukan <i>cleaning</i> diawal shif	• Agar ketika dioperasikan nantinya tidak terjadi masalah yang disebabkan oleh kotoran.

4.7.3 Diagram Sebab akibat untuk *Skew Cut*.

Skew cut adalah cacat atribut dimana kondisi dari potongan ujung batang filter tersebut miring. Seperti terlihat pada Gambar 4.15 berikut ini.



Gambar 4.15 *Skew cut*
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005



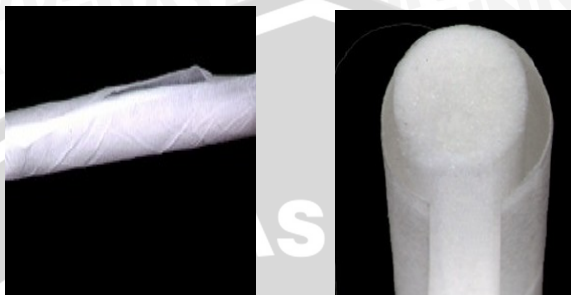
Gambar 4.16 Diagram Sebab akibat untuk *Skew Cut*

Berdasarkan Gambar 4.16 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi *Skew Cut* adalah:

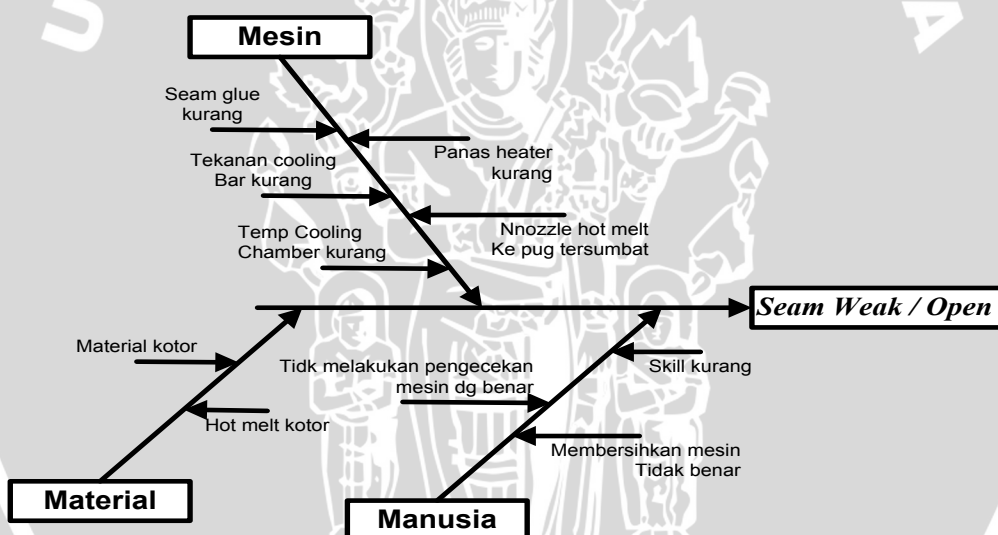
Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• <i>Ledger carrier</i> longgar	• Jika batang filter akan dipotong bisa menyebabkan pisau menjadi goyang sehingga potongan menjadi miring.
	• <i>Ledger carrier</i> tidak lurus	• Secara otomatis jika tidak lurus hasil potongannya akan tidak lurus juga.
	• Sudut pisau tidak tepat	• Karena pisau berfungsi untuk memotong , maka sudut kemiringan yang digunakan untuk memotongnya juga harus sesuai dengan benda yang akan dipotongnya.
	• Pisau tidak tepat ditengah <i>Ledger</i>	• Menyebabkan potongan tidak tepat karena bisa mengenai pengarahnya.
Manusia	• Tidak melakukan cleaning dengan baik	• Dengan mengadakan pengecekan terhadap komponen <i>Ledger</i>.
	• Skill kurang	• Kepekaan setiap operator terhadap mesin yang dioperasikan.
Material	• <i>Filter rod</i> gembos	• Ketika filter dipotong maka, filter akan melengkung lebih besar karena filternya kurang padat.
Metode	• Belum adanya pengecekan atribut yang dilakukan oleh operator produksi	• Operator hanya lebih memfokuskan terhadap variabelnya, sehingga cacat atribut yang terjadi sering terabaikan.

4.7.4 Diagram Sebab akibat untuk *Seam weak / open*.

Seam weak / open adalah cacat atribut dimana kondisi dari batang filter tersebut pecah, baik dilakukan perlakuan pemutaran maupun tidak. Seperti terlihat pada Gambar 4.17 berikut ini.



Gambar 4.17 *Seam weak / open*
Sumber: Phillip Morris Ltd, 2005



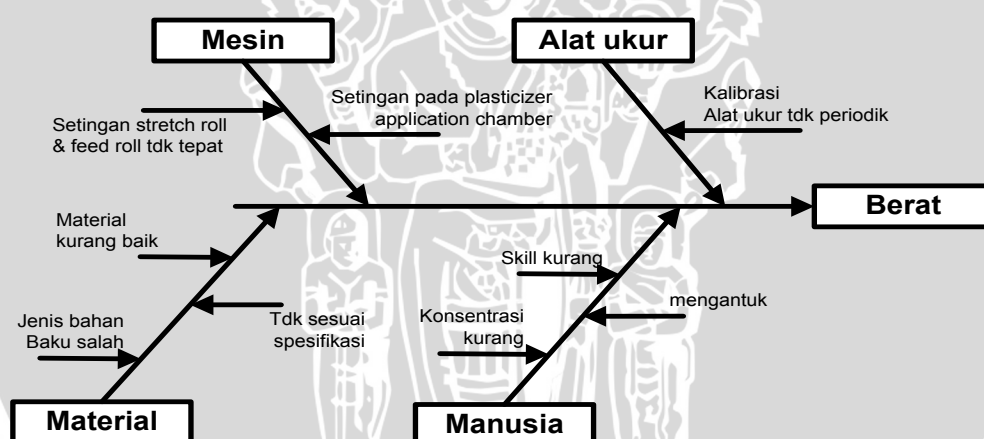
Gambar 4.18 Diagram Sebab akibat untuk *Seam weak / open*.

Berdasarkan Gambar 4.18 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi *Seam weak/open* adalah ;

Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• <i>Seam glue</i> kurang	• Karena lem untuk merekatkan kurang sehingga pecah
	• Temp <i>cooling</i>	• Untuk mendinginkan <i>hot melt</i> pada

	<i>chamber</i>	saat pengeleman.
	• <i>Nozzle hot melt</i> tersumbat	• <i>Hot melt</i> yang keluar sedikit, mungkit juga tidak ada.
	• Panas <i>heater</i> kurang	• <i>Hot melt</i> tidak bisa mencair, sehingga tidak dapat untuk merekatkan <i>plugwrap</i>
Manusia	• Membersihkan, mengecek, tidak teliti	• Akan mempengaruhi proses produksi selanjutnya
Material	• Material kotor	• Tidak bisa dilekatkan
	• <i>Hot melt</i> kotor	• Dapat menyumbat <i>nozzle</i>

4.7.5 Diagram Sebab akibat untuk Berat.



Gambar 4.19 Diagram Sebab akibat untuk Berat

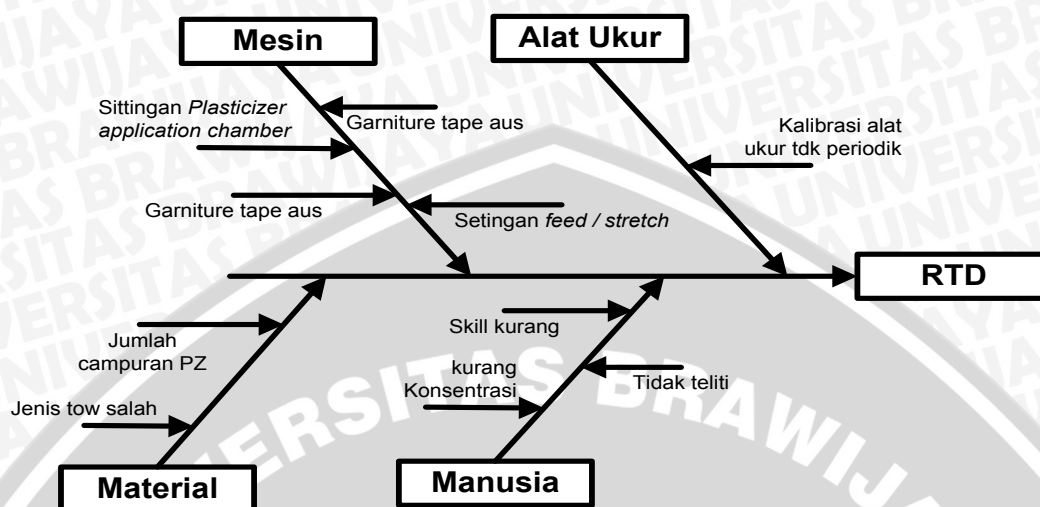
Berdasarkan Gambar 4.19 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi berat dapat dijelaskan sbb ;

Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• Setingan rpm <i>stretch and feed roller</i>.	• Jika rpm <i>feed roller</i> berlebih, maka berat filter akan lebih besar. • Jika rpm <i>feed roller</i> kurang, maka

		berat filter akan berkurang.
	• Setingan Plasticizer application chamber	• Kadar PZ yang banyak akan mempengaruhi berat dari filter yang diproduksi.
Manusia	• Skill kurang.	• Setiap mesin mempunyai perlakuan yang berbeda, sehingga operator dituntut untuk cepat dalam beradaptasi dengan mesin yang dioperasikan.
	• Kurang konsentrasi	• Dikarenakan mengantuk atau sudah lelah bekerja.
	• Tidak teliti	• Dalam melakukan pengecekan tidak diikuti dengan melihat kondisi dari mesin yang dioperasikan.
Material	• Jenis material salah	• Setiap jenis material mempunyai berat jenis yang berbeda, sehingga bisa dipastikan bahwa hasil yang diproduksi juga berbeda. Hal ini berkaitan dengan jenis <i>tow</i>, <i>PZ</i>, dan <i>plugwrap</i>.
	• Material tidak sesuai spesifikasi	• Material yang dipakai tidak sesuai dengan spesifikasi / bahan bakunya tidak baik.
Alat ukur	• Kalibrasi alat ukur tidak periodik.	• Jika kondisi alat ukur yang digunakan tidak baik maka hasil dari pengukuran juga tidak akurat.

Dari keterangan diatas dapat dijelaskan bahwa yang menjadi fokus perhatian ketika mesin menjadi faktor utama terjadinya variasi adalah pada bagian *stretch and feed roller*. Karena pada bagian ini yang mengatur banyaknya tow dalam setiap batang filter. Selain itu pada *Plasticizer application chamber*, karena pada bagian ini mengatur berapa banyak PZ yang akan diserap oleh tow sebelum digulung membentuk batangan filter.

4.7.6 Diagram Sebab akibat untuk RTD.



Gambar 4.20 Diagram Sebab akibat untuk RTD

Berdasarkan Gambar 4.20 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi RTD adalah;

Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• Setingan rpm <i>stretch and feed roller</i>.	• Jika rpm <i>feed roller</i> berlebih, maka berat filter akan lebih besar sehingga RTDnya besar pula. • Jika rpm <i>feed roller</i> lebih rendah, maka berat filter akan berkurang, sehingga RTDnya menjadi lebih rendah pula.
	• Setingan <i>plasticizer application chamber</i>	• Kadar PZ yang banyak akan mempengaruhi berat dari filter yang diproduksi.
	• <i>Garniture tape</i> aus	• Tebal dari <i>garniture tape</i> aus sehingga menyebabkan diameter dari filter yang dihasilkan menjadi lebih besar,

	• <i>Garniture tape</i> kotor	sehingga RTDnya rendah. • <i>Garniture tape</i> kotor menyebabkan diameter dari filter yang dihasilkan menjadi berkurang karena adanya kotoran pada <i>garniture tapenya</i> sehingga kerapatan pada filternya tinggi sehingga RTDnya besar.
Manusia	• Skill kurang.	• Setiap mesin mempunyai perlakuan yang berbeda, sehingga operator dituntut untuk cepat dalam beradaptasi dengan mesin yang dioperasikan.
	• Kurang konsentrasi	• Dikarenakan mengantuk atau sudah lelah bekerja.
	• Tidak teliti	• Dalam melakukan pengecekan tidak diikuti dengan melihat kondisi dari mesin yang dioperasikan.
Material	• Jenis material salah	• Setiap jenis material mempunyai berat jenis yang berbeda, sehingga bisa dipastikan bahwa hasil yang diproduksi juga berbeda. Hal ini berkaitan dengan jenis <i>tow</i>, <i>PZ</i>, dan <i>plugwrap</i>.
	• Material tidak sesuai spesifikasi	• Material yang dipakai tidak sesuai dengan spesifikasi / bahan bakunya tidak baik.
Alat ukur	• Kalibrasi alat ukur tidak periodik.	• Jika kondisi alat ukur yang digunakan tidak baik maka hasil dari pengukuran juga tidak akurat.

4.7.7 Diagram Sebab akibat untuk *Ovality*.



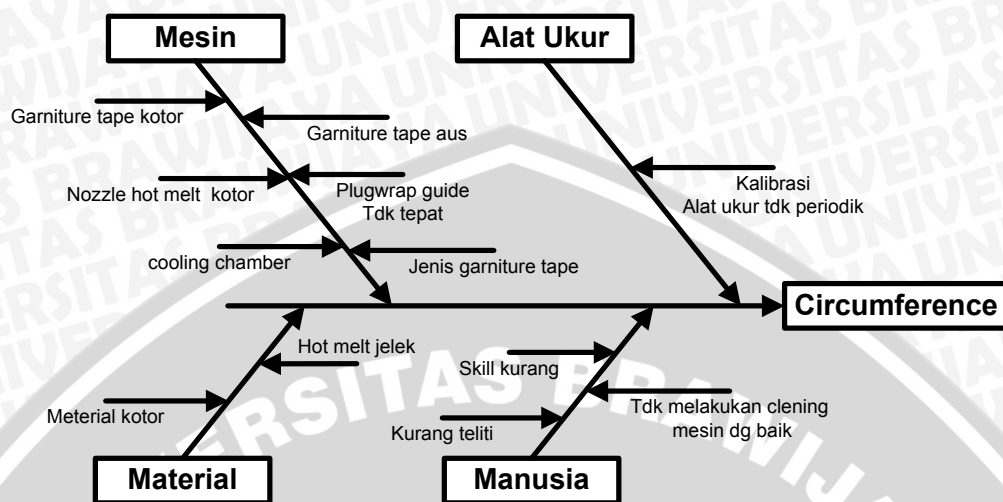
Gambar 4.21 Diagram Sebab akibat untuk *Ovality*

Berdasarkan Gambar 4.21 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi *ovality* adalah :

Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• <i>Garniture tape</i> kotor	• <i>Garniture tape</i> kotor menyebabkan diameter dari filter yang dihasilkan menjadi berkurang karena adanya kotoran pada <i>garniture tapenya</i> jika tidak rata maka ovality dari filter akan besar.
	• <i>Plugwrap guide</i>	• Adanya pergeseran pada waktu terjadinya pengeleman. Hal ini berhubungan pada overlapnya.
	• <i>Nozzle hot melt</i>	• Jika kecil/kotor, pengeleman pada overlap plugwrap tidak sempurna. • Jika berlebih menyebabkan <i>garniture tapenya</i> kotor.
Manusia	• Skill kurang	• Setiap mesin mempunyai perlakuan

		yang berbeda, sehingga operator dituntut untuk cepat dalam beradaptasi dengan mesin yang dioperasikan
	• Tidak melakukan cleaning mesin dengan baik	• Jika <i>cleaning</i> mesin dilakukan dengan tidak benar mengakibatkan pada proses berikutnya akan tidak baik. Proses cleaning mesin sebaiknya dilakukan diawal kerja, tidak pada pertengahan shif kerja.
	• Tidak teliti	• Dalam melakukan pengecekan tidak diikuti dengan melihat kondisi dari mesin yang dioperasikan.
Alat ukur	• Kalibrasi alat ukur tidak periodik	• Jika kondisi alat ukur yang digunakan tidak baik maka hasil dari pengukuran juga tidak akurat
Material	• Material kotor	• <i>Hot melt</i> tidak bisa merekat dengan baik.
	• <i>Hot melt</i> jelek	• Menyebabkan nozzlenya sering tersumbat, sehingga proses pengeleman tidak berjalan dengan baik yang berakibat pada proses pengukuran menjadi lebih besar.

4.7.8 Diagram Sebab akibat untuk *Circumference*.



Gambar 4.22 Diagram Sebab akibat untuk *Circumference*

Berdasarkan Gambar 4.22 diagram akibat akibat diatas, maka dapat dijelaskan faktor penyebab yang mempengaruhi *Circumference* adalah ;

Faktor Penyebab	Kesalahan	Keterangan
Mesin	• <i>Garniture tape</i> aus	• Tebal dari <i>garniture tape</i> aus sehingga menyebabkan diameter dari filter yang dihasilkan menjadi lebih besar, sehingga <i>circuference</i> yang dihasilkan juga besar.
	• <i>Garniture tape</i> kotor	• <i>Garniture tape</i> kotor menyebabkan diameter dari filter yang dihasilkan menjadi berkurang karena adanya kotoran pada <i>garniture tapenya</i>.
	• Jenis <i>garniture tape</i> yang digunakan	• Jika lebih lebar menyebabkan <i>circumference</i> menjadi lebih kecil. • Sedangkan jika <i>garniture tape</i> lebih kecil maka, <i>circumference</i> menjadi lebih besar.

	• <i>Plugwrap guide</i>	• Adanya pergeseran pada waktu terjadinya pengeleman. Hal ini berhubungan pada <i>overlap</i>nya.
	• <i>Nozzle hot melt</i>	• Jika kecil/kotor, pengeleman pada overlap plugwrap tidak sempurna. • Jika berlebih menyebabkan <i>garniture</i> tapnya kotor.
	• <i>Cooling chamber</i>	• Proses pendinginan hot melt supaya merekat pada plugwrapnya.
Manusia	• Skill kurang	• Setiap mesin mempunyai perlakuan yang berbeda, sehingga operator dituntut untuk cepat dalam beradaptasi dengan mesin yang dioperasikan
	• Tidak melakukan cleaning mesin dengan baik	• Jika cleaning mesin dilakukan dengan tidak benar mengakibatkan pada proses berikutnya akan tidak baik. Proses cleaning mesin sebaiknya dilakukan diawal kerja, tidak pada pertengahan shif kerja.
	• Tidak teliti	• Dalam melakukan pengecekan tidak diikuti dengan melihat kondisi dari mesin yang dioperasikan.
Alat ukur	• Kalibrasi alat ukur tidak periodik	• Jika kondisi alat ukur yang digunakan tidak baik maka hasil dari pengukuran juga tidak akurat
Material	• Material kotor	• Hot melt tidak bisa merekat dengan baik.
	• <i>Hot melt</i> jelek	• Menyebabkan nozzlenya sering tersumbat, sehingga proses pengeleman tidak berjalan dengan baik.

Sehingga secara umum penyebab cacat yang terjadi dapat dikelompokkan secara garis besar sebagai berikut ;

➤ Metoda.

Dalam hal ini berkaitan dengan;

- ✘ Standart operasi prosedur pada pengukuran yang sering berubah dengan kurang adanya sosialisasinya dan mudah untuk dimengerti.
- ✘ Prosedur membersihkan mesin yang dilakukan pada pertengahan shift.
- ✘ Penetapan operator dalam menjalankan mesin tidak pasti.
- ✘ Adanya koordinasi antara operator sebelum dengan sesudah proses produksi dilakukan.

➤ Manusia

Dalam hal ini berkaitan dengan;

- ✘ Skill operator dalam melaksanakan tugasnya.
- ✘ Semangat operator dalam bekerja.
- ✘ Stamina yang kurang bagus.
- ✘ Kurang memahami mesin yang dijalankan.
- ✘ Prosedur operasional mesin.
- ✘ Pengetahuan kualitas dan cara pengukurannya.

➤ Mesin

Dalam hal ini berkaitan dengan;

- ✘ Kebersihan mesin. Membersihkan mesin pada pertengahan shift dianggap memberatkan operator karena disaat kondisi sudah lelah harus ada kerjaan yang lebih. Sehingga disarankan untuk awal shift membeersihkan mesin dilakukan.
- ✘ Setting mesin dengan benar.
- ✘ Maintenance mesin secara rutin dan berkala.
- ✘ Pengantian sparepart yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi.

➤ Material

Dalam hal ini berkaitan dengan ;

- ✘ Pemilihan material yang sesuai dengan spesifikasi sesuai dengan kebutuhan dan telah dicek oleh MQC (*Material Quality Control*).
- ✘ Kebutuhan jenis bahan baku disesuaikan dengan spesifikasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa data pada penelitian yang telah dilakukan terhadap produk filter rokok, maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk pengendalian dan peningkatan kualitas produk filter dengan penerapan *Statistical Quality Control* menunjukkan penyebaran variasi terhadap produk yang dihasilkan. Secara umum proses yang terjadi dapat ditunjukkan;

1. Dengan penerapan *Statistical Quality Control* pada proses produksi akan diperoleh nilai-nilai batas pengendali yang nantinya hasil dari perhitungan tersebut dapat digunakan sebagai batas pengendali kualitas dengan jarak range yang lebih kecil sehingga variasi yang didapat akan lebih menyempit, sehingga dengan demikian kualitas produk yang dihasilkan menjadi lebih baik.
2. Berdasarkan atas diagram sebab akibat yang ada (Gambar 4.12, 4.14, 4.16, dan 4.18 – 4.22), terdapat 4 faktor penyebab utama yang berpengaruh pada proses produksi yang dapat menimbulkan cacat pada produk, antara lain; mesin, manusia (operator), material, dan alat ukur. Dan cacat yang paling banyak terjadi adalah *improper cut* yaitu 31,6 %. Untuk perbaikan kualitas pada cacat tersebut yang menjadi prioritas perhatian adalah mesin yaitu pengantian pisau potong dan pengecekan batu gerinda yang dilakukan setiap awal pergantian shif yaitu disaat melakukan pembersihan mesinnya dan memberikan training ke operator untuk lebih memfokuskan terhadap cacat tersebut .
3. Melihat dari kejadian yang ada, maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut;
 - a) Metoda.
 Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah dengan membuat prosedur kerja yang baik dalam hal ini adalah cara-cara dalam melakukan pengukuran sampel.
 - b) Manusia.
 Memberikan training kepada operator tentang pentingnya kontrol kualitas, penyebab terjadinya cacat, cara-cara pengukuran sampel, kualitas material serta bagaimana cara pengambilannya.

c) Mesin.

Melakukan perawatan secara rutin, menjaga kebersihan mesin, melakukan setting mesin sesuai ketentuan serta pengantian sparepart.

d) Material.

Penggunaan material yang baik merupakan salah satu langkah untuk menghasilkan produk yang baik sehingga sebelum melakukan produksi, dipastikan dulu bahwa materialnya juga baik dan benar.

5.2 SARAN

- 1) Berdasarkan atas analisis dengan menggunakan MIL STD105D ternyata nilai dari AQL produk yang dihasilkan 12 %. Hal ini berarti tingkat cacat yang ditimbulkan termasuk besar, maka disarankan agar penerapan MIL STD105D pada perusahaan untuk peningkatan kualitas produknya.
- 2) Perusahaan sebaiknya juga menerapkan *np chat*, karena perusahaan tersebut belum menerapkan peta kontrol selain itu jika dilihat dari cacat atributnya juga masih tinggi.
- 3) Adanya koordinasi yang lebih intensif antar departemen terkait didalam pengendalian dan peningkatan kualitasnya (QA, Maintenance, Produksi) agar jika terjadi cacat akan cepat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. 1999. *Manajemen Produksi*. Jakarta: LPFE UI.
- Cornelius. T. 2006. *Statistik SIG SIGMA dengan Minitab*. Yogyakarta: Andi.
- Dorothea, W.A. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Andi.
- Gasperz, Vincent. 2004. *Statistical Proses Control*. Jakarta: Gramedia
- Gasperz, Vincent. 2006. *Total Quality Managemen*. Jakarta: Gramedia
- Grant, E.L. dan R.S, Leavenworth, 1988. *Pengendalian Mutu Statistik*. Jakarta: Erlangga.
- Ishikawa, K. 1987. *Pengendalian Mutu Terpadu*. diterjemahkan W. Budi Santoso. Bandung: Remadja Karya.
- Lindberg, Roy. A. 1982. *Processes and Materials of manufacture*. New Delhi: Prentice Hall of India Private Limited.
- Montgomery, Douglas. C. 1998. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. diterjemahkan Z. Soejoeti. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Nasution. 2006. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta. Ghalia: Indonesia.
- Phillip Morris Ltd, 2005, *Proprietary and Confidential*. Germany: PM Germany.
- Prawirosentono, Suryadi. 2004. *Menejemen Mutu Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Tampubolon, Manahan. 2004. *Manajemen Operasional*. Jakarta: Ghalia, Indonesia
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1993. *Pengantar Teknik Industri*. Surabaya: Guna Darma.