

**ANALISIS PENERAPAN PENGENDALIAN MUTU STATISTIK
(*STATISTIC QUALITY CONTROL*) PADA PRODUKSI
GONDORUKEM DAN TERPENTIN
DI PGT GARAHAN JEMBER**

SKRIPSI

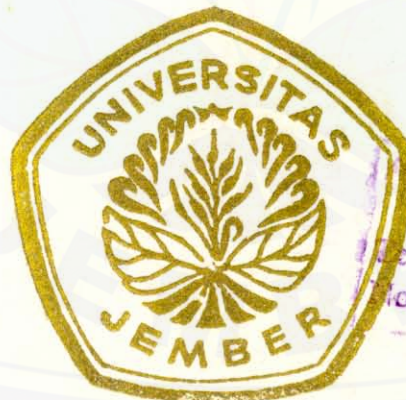


Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Sains
Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh :

AGUS SALIM

NIM : 981810101048



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

Oktober, 2003

MOTTO

'PRESTASI TERTINGGI'

ADALAH

KEDEKATAN PADA ILAHI

Jadikanlah Sabar dan Sholat sebagai penolongmu (QS.Al-baqarah)

(Agus)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kehadirat Allah SWT, skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ❖ *Ayahanda terhormat, H. Abd. Majid.*
- ❖ *Ibunda Fatimah tersayang.*
- ❖ *Kakak-kakakku yang selalu mengingatkanku terutama H. S. Syaifullah.*
- ❖ *Sahabat-sahabatku seperjuangan (ALM) yang membanggakan.*
- ❖ *Almamaterku tercinta.*

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil kerja/penelitian saya di pabrik gondorukem dan terpentin yang terletak di kec.Silo kab. Jember. Bersama ini saya menyatakan bahwa isi skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, 1 Oktober 2003

Penulis,

(Agus Salim)

ABSTRAK

Analisis Penerapan Pengendalian Mutu Statistik (*statistic quality control*) pada Produksi Gondorukem dan Terpentin di PGT Garahan Jember, Agus Salim, 981810101048, Skripsi, Oktober, 2003. Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses produksi yang berlangsung di Pabrik Gondorukem dan Terpentin Garahan Jember, dalam pengendalian statistik atau tidak, bagaimana tingkat kemampuan proses untuk menjaga kestabilan variabilitas mutu produknya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh selama periode bulan Juni 2003. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan alat-alat pengendalian mutu statistik yang sesuai berdasarkan jenis data pada pengamatan. Alat-alat yang digunakan adalah: histogram, grafik pengendali P dari proporsi produk tak sesuai, grafik pengendali I-MR dan \bar{X} - R. Hasil penelitian yang diperoleh pada tiap indikator karakteristik mutu produknya memberikan informasi penting bagi aspek pengendalian mutu produknya, diantaranya adalah : pada penerimaan getah pinus, dari sejumlah 1.023,661 ton yang diterima selama bulan Juni 2003, 870,11185 ton diantaranya mampu menghasilkan produk dengan mutu yang baik. Histogram rendemen gondorukem menunjukkan bahwa bentuk distribusinya tidak normal, nilai tengah (pusat) sangat dekat dengan angka 67,1%, dan variabilitasnya menunjukkan inkonsistensi yang cukup tinggi. Sedangkan pada rendemen terpentin memiliki distribusi relatif normal, dengan nilai pusat sangat dekat dengan angka 13,5%, variabilitasnya alami atau wajar, dengan indeks kemampuan proses sebesar 0,55(<1) yang berarti masih diperlukan adanya perbaikan proses. Pada indikator mutu kadar titik lunak gondorukem, kemampuan prosesnya cukup baik, dengan perbandingan kemampuan proses(*PCR*) sebesar 97%. Sedangkan untuk kadar kotorannya, pola grafik pengendali menunjukkan bahwa proses yang berlangsung sedang diluar pengendalian sehingga tidak perlu dilakukan penaksiran kemampuan prosesnya.

Kata Kunci : *pengendalian mutu, variabilitas, spesifikasi, indikator, atribut, variabel.*

PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari

KAMIS

Tanggal

20 NOV 2003

Tempat

: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua

(Dosen Pembimbing Utama)



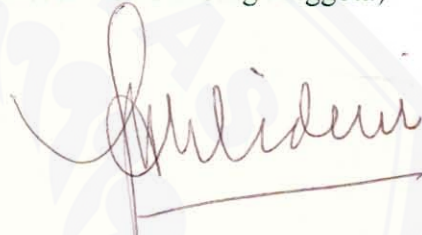
(Drs. J Made Tirta, M.Sc, Ph.D)

NIP. 131 474 500

Anggota I

Sekretaris

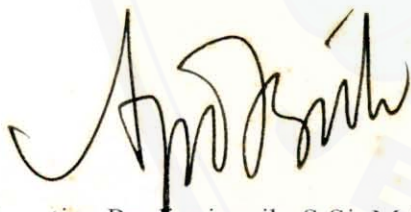
(Dosen Pembimbing Anggota)



(Yuliani Setia Dewi, S.Si, MSi)

NIP. 132 258 183

Anggota II



(Agustina Pradjaningsih, S.Si, M.Si)

NIP. 132 257 933



(Rita Ratih T. S.Si, M.Si)

NIP. 132 243 343

Mengesahkan,

Dekan FMIPA UNEJ



(J. Samadi, MS)

NIP.130 368 784

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadlirat Allah SWT, karena telah dianugerahi kesabaran dan kekuatan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Drs. I Made Tirta, M.Sc, Ph.D, sebagai dosen pembimbing utama dan Ibu Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si sebagai dosen pembimbing anggota yang penuh dengan kesabaran telah membimbing penulis mulai dari penentuan topik sampai dengan bentuk skripsi ini.

Keberhasilan dalam menyusun skripsi, juga tidak terlepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Agustina Pradjaningsih, selaku dosen penguji I.
2. Ibu Rita Ratih T., selaku dosen penguji II.
3. Bapak Drs. Huntung Sudarsono, selaku Kepala PGT Garahan kec.Silo kab. Jember, beserta karyawannya.
4. Mas Doni, selaku staf khusus bagian pengendalian mutu statistik pabrik.
5. Semua pihak baik yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kelancaran dalam penulisan skripsi ini.

Sebagai manusia yang tidak lepas dari kesalahan, penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya ilmiah (skripsi) ini, masih banyak yang perlu disempurnakan. Untuk itu, dengan penuh perhatian kritik dan saran pembaca atau semua pihak penulis harapkan.

Akhirnya, dengan mengharap keridloan Allah SWT, penulis berdo'a semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Jember, 1 Oktober 2003

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN MOTTO.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN DEKLARASI.....	iv
HALAMAN ABSTRAK.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR DIAGRAM.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Prinsip Dasar Statistika Dalam Pengendalian Mutu.....	5
2.2 Pengertian Pengertian Tentang Pengendalian.....	7
2.3 Pengertian Mutu.....	8
2.4 Pengendalian Mutu.....	9
2.5 Pengendalian Mutu Statistik (<i>statistical quality control</i>).....	9
2.6 Teknik dan Alat Statistik Dalam Pengendalian Mutu.....	13
2.6.1 Histogram.....	13
2.6.2 Grafik Pengendali (<i>control chart</i>).....	14
a. Grafik Pengendali \bar{X} - R.....	15
b. Grafik Pengendali I-MR.....	17
c. Grafik Pengendali P.....	18
2.6.3 Analisa Pola (interpretasi) pada Grafik Pengendali.....	20
2.7 Analisa Kemampuan Proses.....	20
2.7.1 Analisa Kemampuan Proses Menggunakan Histogram.....	22
2.7.2 Analisa Kemampuan Proses Menggunakan Grafik Pengendali.....	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Data Penelitian	25
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.3.1 Pengolahan Data.....	26
a. Membuat Histogram.....	26
b. Membuat Grafik Pengendali \bar{X} -R.....	26
c. Membuat Grafik Pengendali I-MR.....	26
d. Membuat Grafik Pengendali P	27
3.3.2 Metode Analisa Data.....	27
a. Analisa Histogram.....	27
b. Analisa Pola pada Grafik Pengendali.....	27
c. Analisa Kemampuan Proses.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Mutu Gondorukem dan Terpentin.....	28
4.2 Penerapan Grafik Pengendali P dari Proporsi Cacat Penerimaan Getah Pinus.....	30
4.3 Penerapan <i>SQC</i> bagi Indikator Mutu Rendemen Gondorukem.....	32
4.4 Penerapan <i>SQC</i> bagi Indikator Mutu Rendemen Terpentin.....	35
4.5 Penerapan <i>SQC</i> bagi Indikator Mutu Kadar Titik Lunak Gondorukem.....	38
4.6 Penerapan <i>SQC</i> bagi Indikator Mutu Kadar Kotoran Gondorukem.....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	-----------

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.1 Contoh Bagan Histogram Karakteristik Produk.....	13
Diagram 2.2 Contoh Grafik Pengendali \bar{X} -R	17
Diagram 2.3 Contoh Bagan Kendali Cacat Produksi	19
Diagram 4.1 Grafik Pengendali P Proporsi Cacat Penerimaan Getah Pinus.....	31
Diagram 4.2 Histogram Rendemen Gondorukem Periode Juni 2003	33
Diagram 4.3 Grafik Pengendali I-MR Rendemen Gondorukem.....	34
Diagram 4.4 Histogram Rendemen Terpentin Periode Juni 2003.....	35
Diagram 4.5 Grafik Pengendali I-MR Rendemen Terpentin Periode Juni 2003	37
Diagram 4.6 Grafik pengendali \bar{X} -R Kadar Titik Lunak Gondorukem	39
Diagram 4.7 Peta Kendali \bar{X} -R Kadar Kotoran Gondorukem.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Klasifikasi Mutu Gondorukem.....	28
Tabel 4.2 Klasifikasi Mutu Minyak Terpentin.....	29
Tabel 4.3 Persyaratan Mutu Gondorukem	29
Tabel 4.4 Persyaratan Mutu Minyak Terpentin.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Penerimaan Harian Getah Pinus.....	46
Lampiran 2. Tabel Data Nilai Rendemen Harian Gondorukem.....	47
Lampiran 3. Tabel Data Nilai Rendemen Harian Terpentin	48
Lampiran 4. Tabel Data Kadar Titik Lunak Gondorukem.....	49
Lampiran 5. Tabel Data Kadar Kotoran Gondorukem.....	50
Lampiran 6. Tabel Faktor Grafik Pengendali.....	51
Lampiran 7. Stuktur Perintah Membuat Grafik Pengendali P Proporsi Cacat Penerimaan Getah Pinus.....	52
Lampiran 8. Struktur Perintah Membuat Histogram Rendemen Gondorukem.....	53
Lampiran 9. Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali I-MR Rendemen Gondorukem.....	54
Lampiran 10. Struktur Perintah Membuat Histogram Rendemen Terpentin	55
Lampiran 11. Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali I-MR Rendemen Terpentin	56
Lampiran 12. Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali \bar{X} -R Kadar Titik Lunak Gondorukem.....	57
Lampiran 13. Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali \bar{X} -R Kadar Kotoran Gondorukem.....	58



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era mutakhir saat ini kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi diakui telah menjangkau berbagai aspek kehidupan, termasuk diantaranya dalam bidang manufaktur. Industri sebagai penghasil barang ataupun jasa telah dihadapkan pada tantangan yang cukup berat. Disatu sisi, konsumen cenderung meningkatkan tuntutan terhadap mutu suatu produk, sementara disisi lain tekanan persaingan semakin ketat. Teknologi baru maupun pengembangannya sebagian besar telah diupayakan untuk memungkinkan produk memberikan fungsi lebih baik dan tingkat penampilan (*performance*) yang lebih tinggi. Salah satunya adalah kebutuhan akan penerapan teknik pengendalian statistik dalam jaminan mutu yang dikenal dengan istilah pengendalian mutu statistik sebagai metode untuk meningkatkan mutu produksi dan pengendaliannya. Sehingga kegiatan industri dapat berkompetisi secara sehat dengan penampilan mutu hasil produksi yang prima.

Statistika sebagai salah satu bagian dari ilmu pengetahuan, telah terbukti memiliki peranan yang sangat penting dalam pengontrolan dan jaminan mutu hasil produksi, sebagaimana ditunjukkan oleh negara Jepang dengan perusahaan mobil yang dimilikinya, sangat bersungguh-sungguh dalam mengumpulkan dan menganalisis data mengenai mutu produk yang dihasilkan. Sehingga terbukti bahwa produknya rata-rata memiliki mutu yang tinggi. Pengontrolan mutu dalam hal ini adalah dengan memanfaatkan alat-alat statistik yang sesuai dalam aspek pengendalian mutu statistik yang berdasarkan atas indikator karakteristik mutu hasil produksi yang dimilikinya.

Diantara perusahaan-perusahaan yang ada di Jember, Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan adalah satu-satunya produsen gondorukem dan terpentin terbesar di Jawa Timur. PGT Garahan merupakan cabang dari Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Jember. Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Jember merupakan salah satu bagian dari wilayah Perum.Perhutani Unit II Jawa Timur yang mengelola tebangan pohon pinus sebagai salah satu kelas perusahaannya.

Kelas perusahaan tersebut dimaksudkan untuk memfokuskan output produk yang berupa getah dari kayu pohon pinus. Kayu pohon pinus disamping dapat dipungut kayunya juga yang lebih potensial adalah produksi getahnya yang cukup besar. Dalam hal ini kayunya dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industri pertukangan, kertas dan korek api, sedangkan getah yang dihasilkan digunakan sebagai bahan baku dalam industri gondorukem dan terpentin. Gondorukem yang berasal dari pengolahan getah pinus mempunyai kegunaan yang sangat banyak, misalnya dalam industri batik, sebagai bahan pembantu industri kertas, sabun, campuran politur, semir sepatu, isolasi alat-alat elektronik, keramik, tinta cetak dan bahan plastik. Minyak terpentin yang merupakan hasil penyaringan dari uap getah pinus, banyak digunakan untuk keperluan-keperluan industri cat, vernis, campuran bahan pelarut, keperluan farmasi, dan kosmetik.

Gondorukem dan terpentin disamping untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri juga termasuk dipasarkan dalam komoditi ekspor non migas yang cukup potensial, utamanya untuk pangsa pasar eropa dan asia timur. Negara pesaing penghasil gondorukem dan terpentin adalah RRC dan India. Oleh sebab itu, dengan adanya negara-negara pesaing tersebut, maka perusahaan gondorukem dan terpentin dalam negeri dituntut untuk meningkatkan mutu olahannya. Sehingga dapat memenuhi kepuasan konsumen (*costumer satisfaction*).

Berangkat dari fakta yang diuraikan diatas, maka penulis meneliti aplikasi pengendalian mutu statistik di PGT Garahan dengan berdasarkan pada landasan teori statistik yang ada. Penelitian ini sebagai bahan untuk memberikan kontribusi ilmiah bagi upaya untuk meningkatkan ketelitian dalam proses pengawasan dan pengendalian mutunya. Sehingga diharapkan semua pihak yang berkaitan bisa memperoleh informasi hasil pengkajian statistik mutu produknya secara ilmiah. Peneliti disini menjadikan Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember sebagai obyek penelitian, mengingat PGT Garahan ini sebagai sentra produksi gondorukem dan terpentin terbesar di Jawa Timur yang wilayah pemasarannya mencakup internasional.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang nantinya akan dibahas disini adalah :

1. bagaimana mengaplikasikan metode pengendalian mutu statistik yang tepat berdasarkan indikator karakteristik mutu produk gondorukem dan terpentin yang ada di PGT Garahan.
2. bagaimana menganalisis statistik karakteristik mutu produk gondorukem dan terpentin dalam kurun waktu tertentu ditinjau dari aspek penggunaan teknik *statistic quality control* untuk mendapatkan informasi mengenai statistik produk hingga sampai pada tingkat kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi/sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan diadakan penelitian ini adalah :

1. untuk mempelajari suatu teknik operasional pengendalian mutu statistik dengan cara mengaplikasikannya dalam bidang perindustrian.
2. mendapatkan informasi penting tentang kondisi mutu produk gondorukem dan terpentin dalam kurun waktu tertentu (selama bulan Juni 2003), apakah masih dalam pengendalian statistik ataukah tidak, yang menentukan layak tidaknya dilakukan analisa bagi kemampuan proses untuk menjaga variabilitasnya.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang hendak diperoleh dari penelitian adalah berikut ini.

- A. Bagi perusahaan :
 1. penelitian ini diupayakan dapat memberikan kontribusi pemikiran dalam menganalisa kondisi statistik mutu produk dan kemampuan proses produksi yang sedang berlangsung.
 2. dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam hal pengambilan keputusan yang berkenaan dengan perbaikan kinerja proses.

B. Bagi penulis :

1. dapat melatih penulis dalam menerapkan teori-teori statistik yang diperoleh dari bangku kuliah pada obyek yang nyata dilapangan.
2. menambah wawasan dan pengalaman kerja dibidang perindustrian.
3. meningkatkan kemampuan dan akuntabilitas dalam memecahkan persoalan yang berkembang dalam kehidupan masyarakat, khususnya masyarakat bisnis.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Dasar Statistika Dalam Pengendalian Mutu

Statistik adalah seni pengambilan keputusan tentang suatu proses atau populasi berdasarkan pada suatu analisis informasi yang terkandung di dalam suatu sampel dari populasi itu (Montgomery, 1995). Untuk memahami definisinya secara lebih luas, terlebih dahulu kita meninjau definisi-definisi yang diberikan oleh referensi berikut ini (dikutip dari Tirta, 2003).

- Menurut *Webster's New Collegiate Dictionary* statistika didefinisikan sebagai “cabang matematika yang berkaitan dengan pengumpulan, analisis, interpretasi, dan penyajian dari sejumlah data numerik”.
- Freund dan Walpole (1987) melihat statistika sebagai mengarahkan “sains pengambilan keputusan di dalam ketidakpastian”.
- Mendenhall (1979) mendefinisikan statistika sebagai suatu “bidang sains yang berkaitan dengan ekstraksi informasi dari data numerik dan menggunakannya untuk membuat keputusan tentang populasi darimana data tersebut diperoleh”.

Setiap deskripsi menunjukkan bahwa dalam statistika data dikumpulkan untuk tujuan penarikan kesimpulan. Masing-masing memerlukan pemilihan sebagian dari kumpulan data besar dalam rangka menyimpulkan karakteristik dari keseluruhan data. Dari uraian tersebut, dapat diambil landasan tentang teori statistika. Teori statistika adalah suatu teori informasi yang berhubungan dengan pengangkaan informasi, menentukan percobaan atau prosedur untuk pengumpulan data, dengan biaya minimal, dari sejumlah informasi tertentu, dan menggunakan informasi ini untuk membuat suatu kesimpulan. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa statistika adalah suatu teori informasi, dengan penarikan kesimpulan sebagai tujuannya”. Jadi dalam kerangka persoalan inilah sifat statistik juga digunakan dalam pernyataan pengendalian mutu statistik.

Pada prinsipnya, dasar dalam pengendalian mutu statistik adalah pemanfaatan sepenuhnya suatu metode atau alat statistik yang sesuai untuk penyajian data yang akan diteliti. Dalam banyak fakta proses produksi,

bagaimanapun baiknya dirancang atau hati-hatinya dipelihara, akan selalu ada sejumlah tertentu variabilitas dasar yang menjadi sifatnya. Variabilitas dasar ini merupakan pengaruh kumulatif dari banyak atau beberapa sebab kecil, yang pada dasarnya tak terkendali. Apabila penyimpangan dasar suatu proses relatif kecil, kita biasanya memandangnya sebagai tingkat yang dapat diterima dari peranan proses. Dalam kerangka pengendalian mutu statistik, variabilitas dasar ini biasanya dinamakan "sistem stabil sebab-sebab tak terduga". Suatu proses yang bekerja hanya dengan adanya sebab-sebab tak terduga dikatakan berada dalam pengendalian statistik, sedangkan bila bekerja dengan adanya sebab-sebab terduga dikatakan tidak dalam keadaan terkendali.

Pengendalian mutu secara statistik ini haruslah dipandang sebagai suatu perangkat peralatan yang dapat mempengaruhi keputusan-keputusan yang berkenaan dengan fungsi spesifikasi, produksi, dan pemeriksaan. Penggunaannya yang paling efektif mensyaratkan adanya kerjasama yang erat antara pihak yang bertanggung jawab pada ketiga fungsi yang berbeda ini atau keputusan-keputusan yang ditingkat lebih tinggi dari salah satunya. Karena alasan ini, teknik-teknik pengendalian tersebut haruslah dipahami ditingkat manajemen yang mencakup ketiga fungsi tadi (Grant, 1989). Tujuan utama pengendalian mutu statistik adalah mencapai kestabilan proses sehingga terjadi pengurangan variabilitas yang sistematis dalam karakteristik mutu kunci suatu produk.

Diterapkannya sistem statistika pengendalian mutu dengan pendekatan secara tepat bagi perusahaan akan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap upaya mengendalikan mutu produk secara berkesinambungan. Sistem pengendalian mutu statistik dengan pendekatan secara tepat disini merupakan suatu pendekatan yang didasarkan pada masing-masing bentuk karakteristik mutu produk perusahaan yang bersangkutan, yakni apa yang menjadi indikator pada mutu produknya. Berdasarkan penerapan pengendalian mutu statistik ini diharapkan diperoleh kesimpulan yang dapat dijadikan sebagai landasan dalam melakukan perbaikan-perbaikan mutu secara berkesinambungan.

2.2 Pengertian Tentang Pengendalian

Pengendalian dalam istilah industri dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk mendelegasikan tanggungjawab dan wewenang untuk kegiatan manajemen dengan tetap menggunakan cara-cara untuk menjamin hasil yang memuaskan (Feigenbaum, 1992).

Pengendalian menurut Juran (1995) adalah sebagai keseluruhan cara yang kita gunakan untuk menentukan dan mencapai standar. Apabila kita memutuskan untuk melaksanakan sesuatu kita memulai dengan sebuah rencana, kemudian bekerja menurut rencana tersebut dan meninjau kembali hasilnya. Berdasarkan pada waktu pelaksanaan pengendalian, dikenal tiga macam pengendalian.

1. *Preventive control*, yaitu suatu pengendalian yang dilakukan sebelum pelaksanaan proses produksi, pengendalian ini bertujuan agar proses dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan rencana produksi dan biaya produksi yang telah ditetapkan sebelumnya serta untuk menghindari adanya produk cacat maupun pengulangan proses.
2. *Monitoring control*, yaitu pelaksanaan pengendalian pada saat berlangsungnya proses produksi. Hal ini bertujuan untuk mengendalikan apabila terjadi penyimpangan-penyimpangan terhadap standar atau spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan, dapat segera dilakukan koreksi. Baik koreksi terhadap peralatan, proses, tenaga kerja, bahan baku maupun faktor produksi yang lainnya.
3. *Repressive control*, yaitu pelaksanaan pengendalian yang dilakukan setelah berakhirnya proses produksi, sehingga penyimpangan-penyimpangan yang telah terjadi selama proses produksi dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk mencegah terjadinya penyimpangan yang akan datang. Jadi pengendalian ini sifatnya adalah perbaikan setelah diketahui telah terjadi kecacatan dalam proses produksinya.

2.3 Pengertian Mutu

Mutu adalah keseluruhan gabungan karakteristik produk dari pemasaran, rekayasa, pembuatan dan pemeliharaan yang menjadikan produk yang digunakan dapat memenuhi harapan konsumen (Feigenbaum, 1992). Suatu produk sangat perlu memenuhi syarat-syarat dari orang yang menggunakannya, oleh karena itu definisi kualitas disini berarti “kecocokan penggunaannya” (Montgomery, 1995).

Menurut Juran (1995), mutu adalah suatu kecocokan untuk digunakan (*fitness for use*). Dari definisi ini, Juran menguraikannya menjadi dua aspek utama.

(a) Keistimewaan produk yang memenuhi kebutuhan konsumen

Mutu yang lebih tinggi memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan kepuasan konsumen, menjadikan produk terjual, menghadapi persaingan, meningkatkan pangsa pasar, memperoleh pendapatan penjualan yang lebih dan menjamin harga pasar. Dampak utama pada penjualan adalah semakin tinggi mutu semakin besar keuntungan yang diperoleh.

(b) Bebas dari kekurangan (*defisiensi*)

Mutu yang lebih tinggi memungkinkan perusahaan untuk mengurangi tingkat kesalahan, mengurangi kerja ulang, mengurangi kegagalan hasil, mengurangi ketidakpuasan pelanggan, mengurangi pemeriksaan, memperpendek waktu penempatan produk baru di pasar, meningkatkan kapasitas dan memperbaiki prestasi penyerahan. Dampak utama adalah pada pengurangan biaya produksi, semakin tinggi mutu kinerjanya semakin rendah biaya produksinya.

Dari berbagai definisi diatas, dapat ditarik sebuah kesimpulan tentang definisi mutu produk secara lebih sederhana dengan menyatakannya sebagai keistimewaan yang dimiliki oleh suatu produk berdasarkan atas spesifikasinya.

2.4 Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu kita ukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila terdapat perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Montgomery, 1995).

Juran (1995) mendefinisikan pengendalian mutu sebagai proses manajemen yang didalamnya dilakukan suatu evaluasi kinerja yang nyata, membandingkan kinerja nyata (*benchmarking*) dengan tujuan mengambil tindakan terhadap perbedaan yang ada. Selain itu, pengendalian mutu (*quality control*) juga dapat diartikan sebagai suatu teknik operasional dan aktivitas yang digunakan untuk memenuhi persyaratan mutu.

Dari berbagai pengertian tentang pengendalian mutu yang telah disebutkan diatas, maka dapat kita tarik kesimpulan bahwa pengendalian mutu itu sendiri adalah suatu usaha mengendalikan proses produksi untuk memelihara dan meningkatkan mutu produksi secara efektif dan efisien agar dapat memenuhi kepuasan konsumen (*costumer satisfaction*).

2.5 Pengendalian Mutu Statistik (*statistic quality control*).

Pengendalian mutu statistik merupakan aktivitas keteknikan dan manajemen yang menggunakan metode-metode statistik dalam melakukan pemeriksaan dan pengendalian mutu, sehingga mampu beroperasi dengan menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi maupun toleransi analitiknya atau dapat dikatakan aktivitas produksinya mencapai tingkat kestabilan proses. Teknik pengendalian kualitas statistik ini dapat mendatangkan hasil-hasil tertentu yang diinginkan yang tidak dapat dicapai dengan cara yang lainnya yakni mampu menyediakan alat baru yang membuat pemeriksaan proses menjadi lebih efektif dan efisien. Diantara beberapa alat statistik yang tersedia adalah histogram, diagram pareto dan grafik pengendali (*control chart*), serta uji hipotesis.

Sebagaimana dalam aspek statistik yang lain, dalam pengendalian mutu statistik juga tidak terlepas dari fenomena distribusi probabilitas. Distribusi

probabilitas adalah model matematik yang menghubungkan nilai variabel dengan probabilitas terjadinya nilai itu didalam populasi. Khusus dalam persoalan peta kendali mutu statistik ini, distribusi probabilitas binomial memiliki peranan yang cukup signifikan. Misalkan p adalah probabilitas konstan bahwa suatu peristiwa tertentu akan terjadi, maka dalam kerangka pengendalian mutu statistik adalah peluang suatu produk yang ditolak yakni produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Dan misalkan q adalah probabilitas bahwa peristiwa yang sama tidak akan terjadi. Maka dalam pengendalian mutu statistik adalah peluang suatu produk yang dapat diterima yaitu produk yang memenuhi spesifikasi, sehingga $q = 1-p$.

Bilamana ada banyak himpunan yang terdiri dari n sampel terjadi dari suatu peristiwa dengan probabilitas kemunculan konstan p , rata-rata harapan banyaknya kemunculan dalam jangka panjang adalah np , np adalah rata-rata dari suatu binomial. Hal yang dimaksudkan dalam pengertian pengendalian mutu statistik bahwa jika jumlah sampel random yang berukuran n diambil dari sebuah produk yang mempunyai bagian yang ditolak p , rata-rata harapan banyaknya komponen yang dapat ditolak dalam setiap sampel adalah np . Dalam hal ini, np disebut dengan istilah *mathematical expectation* atau nilai harapan matematis X , dengan X adalah suatu peubah acak. Dalam istilah umum, operator ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx \rightarrow \text{bila } x \text{ kontinu}$$

$$E(X) = \sum_x xp(x) \rightarrow \text{bila } x \text{ diskrit}$$

Distribusi binomial adalah distribusi diskrit, oleh sebab itu kita akan menggunakan bentuk yang kedua. Dengan memisalkan r sama dengan banyaknya komponen yang dapat ditolak ($r = np$) yang ditempatkan dalam sebuah sampel berukuran n dengan p bagian yang ditolak, maka nilai harapan r dapat dicari dengan :

$$E(r) = \sum_{r=0}^n r \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan $\sum_{r=0}^n \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r} = [p+(1-p)]^n = [1]^n = 1$; dan $n! = n(n-1)!$, maka

$$E(r) = \sum_{r=1}^n np \binom{n-1}{r-1} p^{r-1} (1-p)^{(n-1)-(r-1)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Oleh karena n dan p adalah parameter distribusi yang konstan, maka keduanya dapat dipindahkan keluar tanda penjumlahan sehingga menjadi :

$$E(r) = np \sum_{r=1}^n \binom{n-1}{r-1} p^{r-1} (1-p)^{(n-1)-(r-1)} \dots\dots\dots(2.3)$$

misal $n^* = n-1$ dan $r^* = r-1$, maka :

$$\sum_{r=1}^n \binom{n-1}{r-1} p^{r-1} (1-p)^{(n-1)-(r-1)} = \sum_{r^*=0}^{n^*} \binom{n^*}{r^*} p^{r^*} (1-p)^{n^*-r^*} \simeq \sum_{r=0}^n \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r} = 1$$

jadi

$$E(r) = np \cdot 1 = np \dots\dots\dots(2.4)$$

Pernyataan bagi simpangan baku akan dideskripsikan dari harapan matematis untuk varians berikut ini.

$$\text{Var}(r) = E[(r-np)^2]$$

Dilain pihak, dengan sudah ditentukannya r , n , dan p sebelumnya, maka :

$$\begin{aligned} E[(r-np)^2] &= E[r^2 - 2r(np) + (np)^2] \\ &= E(r^2) - 2E[r(np)] + E(np)^2. \end{aligned}$$

Pada persamaan (2.4) menunjukkan bahwa : $E(r) = np$, sehingga dapat dinyatakan bahwa $E(np) = np$ dan $E(np)^2 = (np)^2$, sehingga $\text{Var}(r) = E[(r-np)^2] = E(r^2) - (np)^2$. Dari sini $E(r^2)$ masih harus dicari. Oleh karena itu, kita dapat menerapkan persamaan harapan matematisnya, dengan menyatakan r^2 sama dengan $r(r-1) + r$ untuk memudahkannya, yakni :

$$\begin{aligned} E(r^2) &= E[r(r-1) + r] \\ &= \sum_{r=0}^n r(r-1) \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r} + \sum_{r=0}^n r \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r} \\ &= n(n-1)p^2 \sum_{r=2}^n \binom{n-2}{r-2} p^{(r-2)} (1-p)^{(n-2)-(r-2)} + np \\ &= n(n-1)p^2 + np \dots\dots\dots(2.5) \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.5) ini kedalam pernyataan untuk varians, diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Var}(r) &= E(r^2) - (np)^2 \\ &= n(n-1)p^2 + np - (np)^2 \\ &= np - np^2 \\ &= np(1-p) \\ &= npq \dots\dots\dots(2.6) \end{aligned}$$

Pada dasarnya adalah penting untuk membedakan antara rata-rata banyaknya kemunculan suatu peristiwa dalam n percobaan dan proporsi relatif kemunculan atau probabilitas kemunculan p , dalam pengertian pengendalian mutu statistik, hal ini adalah untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara banyaknya komponen yang ditolak dalam sampel dan rata-rata bagian yang ditolak. Pada setiap sampel, bagian yang ditolak tersebut adalah banyaknya komponen yang ditolak dibagi dengan ukuran sampel n . Simpangan baku dari komponen yang ditolak adalah akar dari $\text{Var}(r)$ yakni \sqrt{npq} , sedangkan simpangan baku bagian yang ditolak merupakan simpangan baku dari banyaknya komponen yang ditolak, dibagi dengan ukuran sampel n . Dengan demikian :

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{npq}}{n} = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Ini adalah rumus yang penting dalam hubungannya dengan grafik pengendali cacat produksi untuk bagian yang ditolak. Pengembangan matematisnya didasarkan pada :

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \text{Var}\left(\frac{r}{n}\right) \\ &= \left(\frac{1}{n}\right)^2 \text{Var}(r) \\ &= \left(\frac{1}{n}\right)^2 np(1-p) = \frac{p(1-p)}{n} \end{aligned}$$

Sehingga menghasilkan :

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.6 Teknik Dan Alat Statistik Dalam Pengendalian Mutu

2.6.1 Histogram

Histogram adalah salah satu alat yang membantu kita dalam mendapatkan informasi mengenai variasi dalam suatu proses. Disini kita dapat melihat potret dari proses yang menunjukkan distribusi dari pengukuran dan frekuensi dari setiap pengukuran itu. Dalam histogram ini pula kita akan menjadi mudah untuk menemukan bentuk, nilai pusat, dan hasil dispersi dari data pengukuran. Disamping itu, kita juga dapat membandingkan kondisi produk dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, yakni apakah produk sepenuhnya telah memenuhi standar mutunya; apakah nilai rata-rata tepat pada pusat batas spesifikasi; berapa persentase produk yang keluar spesifikasi dan sebagainya (Ishikawa,1989). Keunggulan yang dimiliki alat histogram ini adalah mampu atau dapat lebih meyakinkan peragaan visual data, yang dengannya dapat dilihat tiga sifa berikut :

1. bentuk.
2. lokasi, atau kecenderungan tengah.
3. pemencaran, atau penyebaran. (Montgomery, 1995)

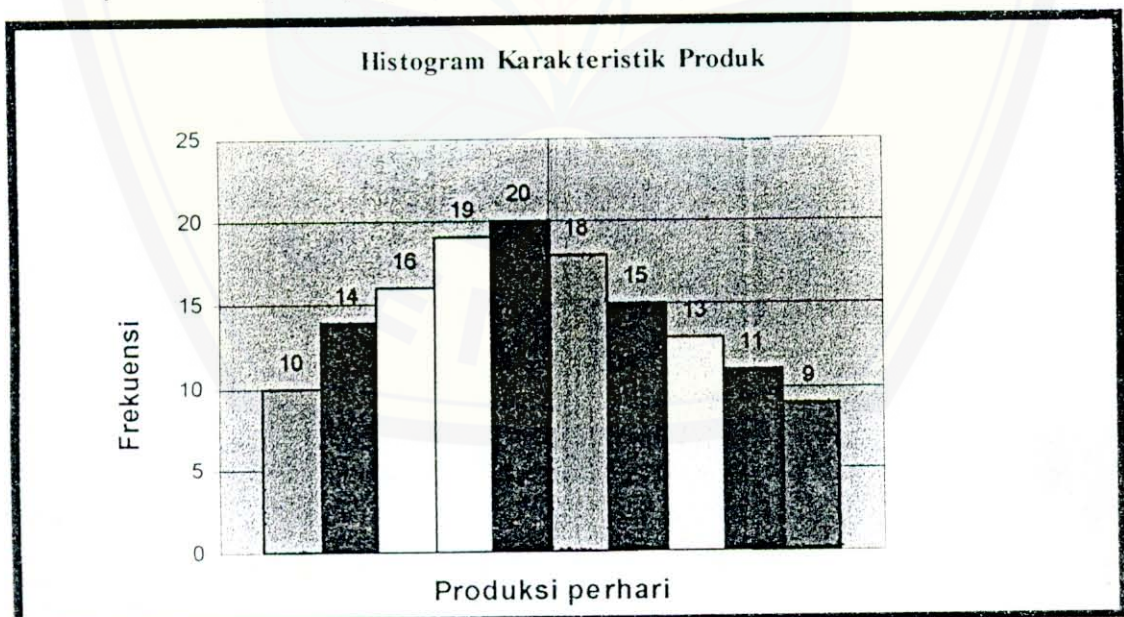


Diagram 2.1 Contoh Bagan Histogram Karakteristik Produk

2.6.2 Grafik Pengendali (*control chart*)

Grafik pengendali merupakan grafik garis jenis khusus yang dapat digunakan untuk menginterpretasikan data suatu proses dengan cara membuat gambar batasan-batasan variasi yang diperbolehkan. Dengan peta ini dapat secara objektif ditentukan apakah suatu proses produksi berada “dalam kendali” atau “di luar kendali”. Apabila proses telah berada dalam pengendalian maka kita dapat menentukan batas-batas spesifikasi berdasarkan variasi. Variasi merupakan bagian dari karakteristik alami dari suatu proses selalu kita temui dalam kehidupan sehari-hari dalam segala aspek (Chang, 1999).

Tanpa memandang apakah kita perlu menelusuri penyebab variasi dalam suatu proses produksi, peta kendali merupakan alat yang sangat bermanfaat untuk menentukan batasan variasi dalam suatu proses. Peta kendali akan menunjukkan kepada kita kapan batasan tersebut dilampaui, kemudian kita dapat menduga petunjuk sebabnya.

Secara umum grafik pengendali dapat diklasifikasikan dalam dua tipe umum, yakni grafik pengendali variabel dan grafik pengendali sifat (atribut). Grafik pengendali variabel adalah grafik yang digunakan untuk melukiskan karakteristik mutu dengan ukuran tengah dan ukuran variabilitas. Dalam hal ini karakteristik mutu dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan. Sedangkan pada grafik pengendali sifat, karakteristik mutu tidak diukur dengan skala kuantitatif. Dalam keadaan ini kita dapat menilai tiap unit produk sebagai sesuai atau tidak sesuai berdasarkan apakah produk itu memiliki atau tidak memiliki sifat tertentu.

Beberapa grafik pengendali, diantaranya adalah grafik pengendali \bar{X} - R, I-MR, dan grafik pengendali proporsi produk cacat P. Diantara ketiga grafik pengendali tersebut, grafik pengendali P adalah satu-satunya grafik pengendali sifat yang dalam hal ini adalah proporsi produk tidak sesuai atau produk cacat yang terjadi selama proses produksi.

a. Grafik Pengendali \bar{X} - R

Sebuah grafik pengendali \bar{X} - R adalah suatu grafik yang menunjukkan nilai rata-rata \bar{X} dan kisaran atau variabilitas R. Ini merupakan tipe grafik pengendali yang umum menggunakan nilai *indiskrit* atau data kontinu (data yang diperoleh dalam skala pengukuran). Grafik \bar{X} menunjukkan setiap perubahan nilai rata-rata proses, sedangkan grafik R menunjukkan setiap perubahan dispersinya. Adapun prosedur dalam membuat peta kendali ini diuraikan berikut ini.

1. Mengumpulkan data, dimana data yang diambil pada saat ini berasal dari sebuah proses yang sama dengan satu proses yang akan digunakan sesudahnya. Kemudian masukkan data kedalam subgrup. Subgrup ini dapat sesuai dengan pengukuran atau urutan lot sebagaimana teknik pengambilan sampel. Data tersebut harus dibagi kedalam subgrup dengan kondisi-kondisi sebagai berikut:
 - a. data didapat dengan kondisi teknik yang sama harus membentuk satu subgrup.
 - b. sebuah subgrup tidak boleh memasukkan data dari lot yang berbeda atau sifat yang berbeda. Untuk alasan ini, data biasanya dibagi kedalam subgrup sesuai tanggal, waktu, lot, dan sebagainya. Jumlah sampel dalam sebuah subgrup menentukan ukuran subgrup n' dan jumlah subgrup digambarkan oleh k .
2. mentabulasikan data pada lembaran data untuk memudahkan dalam menghitung nilai \bar{X} dan R bagi setiap subgrup. Kemudian mencari nilai rata-rata \bar{X} dan kisaran R serta rata-rata keseluruhannya untuk setiap subgrup dengan cara:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

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

$$\bar{\bar{X}} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{k}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_k}{k}$$

Selanjutnya ditentukan garis batas kendali dengan ketentuan berikut ini.

Grafik pengendali \bar{X} :

$$\text{Garis pusat (control limit/CL)} = \bar{\bar{X}};$$

$$\text{Batas Kendali Atas(upper control limit/UCL)} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_x;$$

$$\text{Batas Kendali Bawah(lower control limit/LCL)} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_x.$$

Grafik pengendali R :

$$\text{Garis pusat (control limit/CL)} = \bar{R};$$

$$\text{Batas Kendali Atas(upper control limit/UCL)} = \bar{R} + 3\sigma_R$$

$$\text{Batas Kendali Bawah(lower control limit/LCL)} = \bar{R} - 3\sigma_R$$

Pengembangan matematis dari perumusan grafik pengendali \bar{X} - R tersebut dijelaskan sebagai berikut :

- a. untuk menduga σ , maka dicari dahulu faktor d_2 untuk ukuran subgroup sesuai dengan tabel faktor yang tersedia(dalam lampiran tabel 6). Dugaan σ adalah :

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}.$$

- b. untuk menghitung $3\sigma_x$, kita dapatkan dari hubungan $\sigma_x = \sigma/\sqrt{n}$ (identik dengan perumusan σ_p pada halaman 12), maka diperoleh $3\sigma_x = 3\sigma/\sqrt{n}$.

Sehingga dari hubungan rumus pada kedua langkah tersebut didapat $3\sigma_x = \frac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$.

Untuk mempersingkat penghitungan, faktor $\frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ dilambangkan dengan A_2 yang juga telah tersedia dalam tabel faktor. Sehingga rumus dari batas-batas kendali pada grafik pengendali \bar{X} secara ringkas menjadi :

$$\text{batas kendali atas (UCL)} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R};$$

$$\text{batas kendali bawah (LCL)} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}.$$

Inilah rumus yang banyak ditemui pada praktek industri, dengan tabel faktor yang telah tersedia pada lampiran 6.

Batas-batas pada semua grafik pengendali dapat dihitung secara langsung dari sebuah σ yang diketahui baik dengan menduga σ dari $\frac{\bar{R}}{d_2}$ maupun s. Demikian pula halnya untuk grafik pengendali \bar{R} , rumus-rumus yang digunakan untuk batas-batas kendalnya adalah :

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

Jadi D_3 dan D_4 adalah bentuk umum dari operator linier bagi batas-batas kendali pada grafik pengendali \bar{R} .

3. Grafik pengendali dapat diplot dengan informasi yang diperlukan.

Teknik lain yang dapat mendapatkan hasil yang lebih teliti dari prosedur diatas adalah dengan paket program MINITAB yang memiliki fungsi khusus untuk pengolahan data tentang pengendalian mutu statistik.

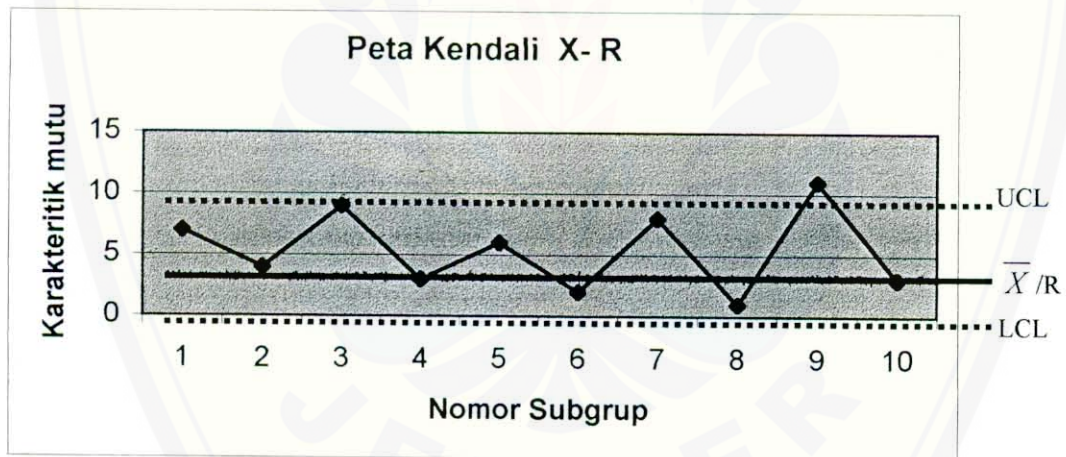


Diagram 2.2 Contoh Grafik Pengendali \bar{X} -R

b. Grafik Pengendali I-MR

Pada kondisi tertentu, data tidak dapat dinyatakan dalam suatu subgrup, artinya data hanya ada satu item. Situasi ini memerlukan grafik pengendali untuk nilai individu, dimana kita mengestimasi deviasi standarnya dengan menggunakan *MR* (*Moving Range*) yang kemudian dinyatakan sebagai grafik pengendali *I-MR* (*Individual-Moving Range*).

Untuk membuat Grafik Pengendali I-MR diperlukan beberapa prosedur sebagai berikut :

menentukan karakteristik mutu yang akan dievaluasi.

1. mengumpulkan data individual ($n = i$), misal sebanyak 30 unit sampel.
2. menghitung nilai rata-rata MR dengan cara : $MR_i = |n_{i-1} - n_i|$.
3. menentukan \bar{x} sebagai nilai tengah sebagai garis tengah dengan formula :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

4. menghitung UCL dan LCL

$$UCL = \bar{x} + \left(\frac{3}{d_2}\right) \times \overline{MR}$$

$$LCL = \bar{x} - \left(\frac{3}{d_2}\right) \times \overline{MR}$$

Nilai d_2 dapat dilihat dalam tabel faktor.

5. Buat plot data dari tiap-tiap rata-rata subgrup dan lihat polanya.
6. Jika grafik terkendali, maka grafik dapat dijadikan sebagai pedoman peninjauan titik-titik waktu untuk perilaku grafik periode berikutnya.

Sebagaimana pembuatan grafik pengendali \bar{X} -R, prosedur akan memberikan hasil yang akurat, jika menggunakan program komputer yang memiliki spesifikasi dalam pengolahan data yang berkaitan pengendalian mutu statistik.

c. Grafik Pengendali P

Grafik pengendali P merupakan sebuah grafik yang menunjukkan suatu cacat pecahan dalam ukuran subgrup tidak konstan atau menggambarkan fraksi cacat (*defective*) yang dihasilkan oleh proses selama pengolahan produk. Dalam grafik pengendali ini ditunjukkan karakteristik rata-rata dan dispersi proses produksi. Untuk membuat sebuah grafik pengendali P dapat dilakukan dengan prosedur berikut ini.

- a. mengambil sejumlah data yang menggambarkan jumlah yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (pn), kemudian menghitung proporsi cacat bagian yang tidak sesuai yang dinyatakan dalam persen dengan cara :

$$P = \frac{pn}{n'}$$

pn = jumlah cacat; n' = ukuran subgrup.

- b. menghitung rata-rata bagian cacat, yakni

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{n}$$

$\sum pn$ = cacat total; n = total yang diperiksa.

- c. menghitung batas kendali, dengan rincian :

Garis pusat : $CL = \bar{p}$

Batas kendali atas : $UCL = \bar{p} + 3\sigma_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$
 $= \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}}\sqrt{p(1-p)}$

Batas kendali bawah : $LCL = \bar{p} - 3\sigma_p = \bar{p} - \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$
 $= \bar{p} - \frac{3}{\sqrt{n}}\sqrt{p(1-p)}$

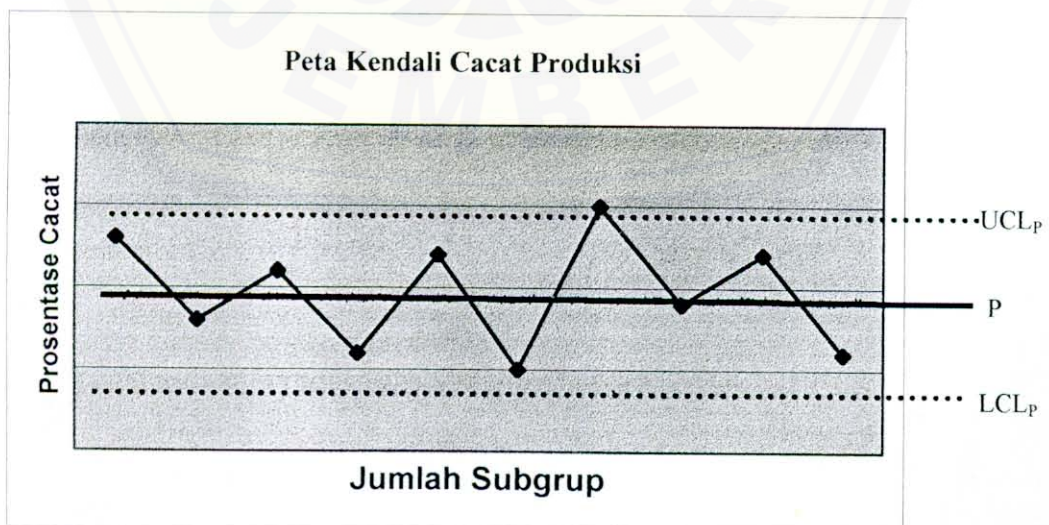


Diagram 2.3 Contoh Bagan Kendali Cacat Produksi

2.6.3 Analisa Pola (interpretasi) pada Grafik Pengendali

Suatu grafik pengendali dapat menunjukkan keadaan tidak terkendali apabila satu atau beberapa titik jatuh di luar batas pengendali, atau apabila titik-titik dalam grafik menunjukkan pola tingkah laku yang sistematis. Pola yang sistematis disini adalah pola tak random.

Buku pedoman Western Electric(1956) mengusulkan sekumpulan aturan pengambilan keputusan untuk penyidikan pola tak random pada grafik pengendali. Usulan penyimpulan yang menyatakan bahwa proses tidak terkendali apabila terjadi salah satu kasus berikut ini.

- a. Satu titik jatuh di luar batas pengendalian.
- b. Dua dari tiga titik yang berurutan jatuh diluar batas peringatan 2-sigma.
- c. Empat dari lima titik yang berurutan jatuh pada jarak 1-sigma atau lebih jauh dari garis tengah.
- d. Delapan titik yang berurutan jatuh pada satu sisi dari garis tengah.

Disamping kriteria diatas, terdapat pula kriteria lainnya yang diterapkan untuk menentukan apakah proses tidak terkendali. Kriteria ini adalah kriteria yang telah terbukti digunakan secara luas dalam praktek. Adapun kriteria yang dimaksud adalah kriteria yang menyimpulkan bahwa proses itu tidak terkendali apabila dipenuhi salah satu kondisi berikut ini.

1. Satu atau beberapa titik berada di luar batas pengendali.
2. Suatu giliran dengan paling sedikit tujuh atau delapan titik, dengan jenis giliran dapat berbentuk giliran naik atau turun, giliran di atas atau di bawah garis tengah, atau giliran diatas atau di bawah median..
3. Pola tak biasa atau tak random dalam data.
4. Satu atau beberapa titik dekat satu batas pengendali.

2.7 Analisa Kemampuan Proses

Setiap perusahaan akan berusaha untuk menghasilkan produk yang selalu memenuhi standar spesifikasi mutunya. Hal ini berarti bahwa perusahaan menghendaki terpeliharanya variabilitas prosesnya. Oleh karena itu perusahaan harus membuat kemampuan proses. Kemampuan proses sangat berhubungan

dengan variabilitasnya. Variabilitas dalam proses adalah suatu ukuran keseragaman proses itu. Ada dua cara dalam mencermati variabilitas ini.

1. Variabilitas seketika yakni variabilitas yang menjadi sifat atau alami pada waktu tertentu..
2. Variabilitas meliputi waktu.

Untuk mengusahakan produk yang selalu memenuhi spesifikasi mutunya, maka diperlukan teknik dalam mengurangi variabilitasnya. Teknik statistik dalam pengendalian mutu dapat bermanfaat dalam membantu pengembangan dan produksi dalam menghilangkan atau mengurangi variabilitas proses ini. Aktifitas umum ini dinamakan analisis kemampuan proses. Analisis kemampuan proses dilakukan untuk mengetahui sejauh mana proses dapat menjaga kestabilan variabilitasnya, yang dinyatakan dalam *PCI* (*process capability index*). *PCI* adalah indeks yang menggambarkan kemampuan proses yang sedang berlangsung.

Secara lebih sederhana, definisi analisis kemampuan proses adalah suatu studi keteknikan untuk menaksir kemampuan proses. Taksiran kemampuan proses mungkin dalam bentuk distribusi probabilitas yang mempunyai bentuk, ukuran pemusatan, dan ukuran penyebaran tertentu. Dalam persoalan sudah ditentukannya hasil proses yang berdistribusi normal dengan mean μ dan deviasi standar σ , analisis kemampuan proses dapat dilakukan tanpa mengingat spesifikasi tertentu pada karakteristik mutu. Sebagai alternatif, kita dapat menyatakan kemampuan proses sebagai persentase yang di luar spesifikasi. Namun, spesifikasi tidak diperlukan dalam melakukan analisa kemampuan proses. Dengan kata lain, taksiran kemampuan proses independen dengan spesifikasinya. Sehingga jika menghendaki penggunaan batas spesifikasi, maka dimungkinkan akan memberikan hasil analisa yang berbeda.

Batas spesifikasi memiliki pengertian yang berbeda dengan batas kendali pada grafik pengendali. Batas spesifikasi dapat muncul berdasarkan karakteristik mutu atau standar yang ditetapkan oleh manajemen perusahaan. Dalam persoalan batas spesifikasi ini, dikenal dua macam batas yaitu batas spesifikasi atas (*upper spesification limit/USL*) dan batas spesifikasi bawah (*lower spesification limit/LSL*).

Analisis kemampuan proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan mutu. Karena pada tingkat inilah dapat diketahui informasi-informasi yang mendukung bagi dilakukannya kinerja proses. Dengan analisa kemampuan proses ini pabrik atau perusahaan dapat mendiagnosis pada proses mana saja yang perlu ditingkatkan kinerjanya dan proses mana saja yang perlu dilakukan efisiensi bagi salah satu faktor produksi. Diantara penggunaan data yang utama dari analisis kemampuan proses adalah sebagai berikut :

1. memperkirakan seberapa baik proses akan memenuhi toleransi.
2. membantu pengembang produk dalam memilih atau mengubah proses.
3. membantu dalam pembentukan interval untuk pengendalian interval antara pengambilan sampel.
4. menetapkan persyaratan penampilan bagi alat baru.
5. memilih diantara penjual yang bersaing.
6. merencanakan ukuran proses produksi apabila ada pengaruh interaktif proses pada toleransi.
7. mengurangi variabilitas dalam proses produksi (Montgomery, 1995).

2.7.1 Analisa Kemampuan Proses Menggunakan Histogram

Histogram dengan peragaan visual data sampel yang ditunjukkan mengenai rata-rata sampel \bar{x} dan deviasi standar s , memberikan informasi tentang kemampuan proses, dimana kemampuan proses ditaksir sebagai $\bar{x} \pm 3s$.

2.7.2 Analisa Kemampuan Proses Menggunakan Grafik Pengendali

Grafik pengendali variabel dan grafik pengendali sifat, keduanya dapat digunakan dalam analisis kemampuan proses. Grafik pengendali tersebut sangat efektif dalam analisis kemampuan proses, karena lebih jauh dalam menunjukkan pola sistemik dalam hasil proses, terutama grafik pengendali variabel \bar{X} dan R. Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan kedua grafik pengendali adalah : jika grafik yang digunakan dalam analisa kemampuan proses adalah grafik pengendali P, maka harus ada spesifikasi pada karakteristik produk. Sedangkan

pada grafik pengendali \bar{X} dan R, masih memungkinkan kita menganalisis proses tanpa memperhatikan spesifikasi, artinya tidak harus ada spesifikasi pada karakteristik produk.

Beberapa ketentuan bagi analisa kemampuan proses :

- analisa kemampuan proses hanya layak dilakukan apabila proses telah terkendali.
- jika proses dalam keadaan tidak terkendali, maka tindakan sementara yang dilakukan adalah menghilangkan semua titik yang membuat pola tidak terkendali, sampai pihak manajemen melakukan tindakan perbaikan.
- untuk grafik pengendali P, kemampuan prosesnya adalah $1 - \bar{p}$.
- sebelum membuat analisa kemampuan proses untuk grafik pengendali \bar{X} -R dan I-MR, misalnya telah dibuat oleh pihak manajemen batas spesifikasi atas (*USL*) dan batas spesifikasi bawah (*LSL*).
- menentukan *PCI*, $PCI = (USL - LSL) / 6s$, dimana *s* adalah deviasi standar. Deviasi standar ini dapat diestimasi dengan dugaan σ .
- jika proses hanya memiliki salah satu batas spesifikasi atau pihak manajemen hanya menentukan *USL* atau *LSL* saja, misal pihak manajemen menentukan *LSL* rendemen godorukem dan terpentin adalah 70% maka tidak perlu menentukan *USL* karena betapapun semakin besar *USL* akan semakin terbuka peluang produk yang memenuhi spesifikasi. Sehingga untuk persoalan ini terdapat ketentuan bagi penghitungan indeks kemampuan proses (process capability index/*PCI*) yaitu :

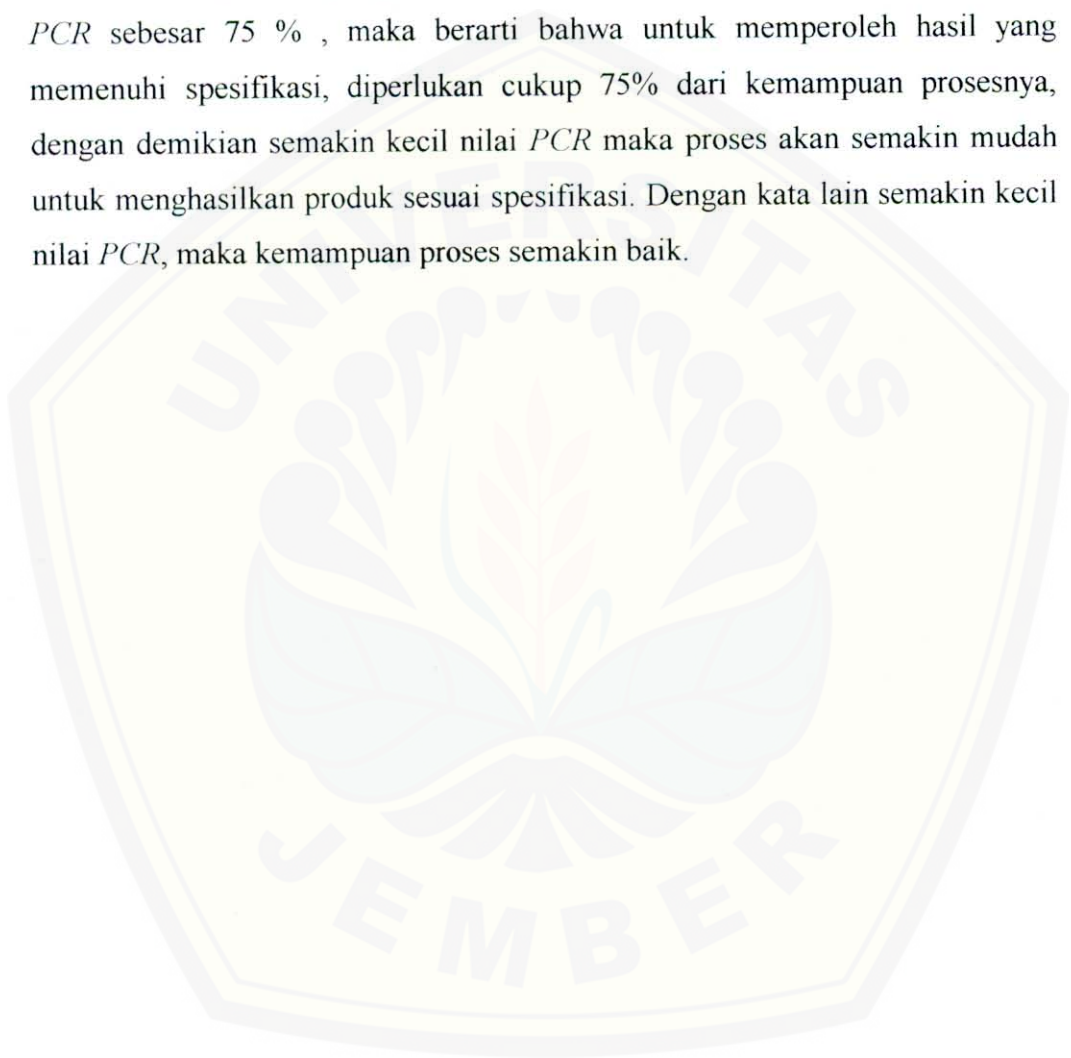
- PCI_u adalah *PCI* yang dibandingkan dengan *USL*
- PCI_l adalah *PCI* yang dibandingkan dengan *LSL*
- PCI_k adalah *PCI* terkecil diantara nilai PCI_u dan PCI_l .
- $PCI_u = \frac{(USL - \bar{X})}{3s}$; atau $PCI_l = \frac{(\bar{X} - LSL)}{3s}$

dengan catatan :

- jika $PCI > 1,33$ maka kemampuan proses sangat baik.
- jika $1 \leq PCI \leq 1,33$ maka kemampuan proses cukup baik.
- jika $PCI \leq 1$, maka kemampuan prosesnya rendah.

g. untuk mengatur berapa prosentase spesifikasi yang telah ditentukan dalam proses, maka dihitung nilai perbandingan kemampuan proses (*process capability ratio/PCR*).

$PCR = (1/PCI_k) * 100 \%$, yakni ukuran kemampuan proses untuk menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi. Misalkan diperoleh nilai *PCR* sebesar 75 % , maka berarti bahwa untuk memperoleh hasil yang memenuhi spesifikasi, diperlukan cukup 75% dari kemampuan prosesnya, dengan demikian semakin kecil nilai *PCR* maka proses akan semakin mudah untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi. Dengan kata lain semakin kecil nilai *PCR*, maka kemampuan proses semakin baik.



BAB III
METODOLOGI PENELITIAN



3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada objek yang secara nyata berhubungan dengan pengembangan teknik penerapan IPTEK dibidang statistika pengendalian mutu yakni di pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terletak di kecamatan Silo kabupaten Jember. Adapun waktu penelitian dilakukan secara temporal pada bulan Juni 2003. Kemudian dilakukan pengambilan data penuh selama satu bulan pada awal Juli 2003. Penelitian ini sifatnya deskriptif, yakni penelitian yang berusaha menginterpretasi kondisi obyek dilapangan selama proses yang sedang berlangsung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari rekapitulasi hasil produksi gondorukem dan terpentin di PGT Garahan berdasarkan karakteristik pembentukan (indikator) mutu produksinya. Adapun jenis data yang diambil secara rinci adalah berikut ini.

1. Data yang berupa penerimaan getah pinus dalam satuan ton (1000 kg) yang telah diklasifikasikan menurut sifat sesuai dan tidak sesuai berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan.
2. Data nilai rendemen yakni prosentase produk jadi terhadap kuantitas bahan baku yang dinyatakan dalam satuan persen (%). Data ini meliputi nilai rendemen gondorukem dan rendemen terpentin harian yang diperoleh selama bulan Juni 2003.
3. Data kadar titik lunak yang merupakan spesifikasi dari gondorukem. Satuan yang dijadikan sebagai parameter adalah °C. Adapun teknik pengambilan sampelnya dilakukan mengikuti urutan : X_1, X_2, X_3, X_4 dan X_n , yakni sampel hasil pertama, kedua, ketiga, keempat, dan ke-n.
4. Data kadar kotoran adalah prosentase kandungan kotoran gondorukem dari tiap sampelnya yang telah diuji di laboratorium pengujian mutu pabrik, dengan satuan persen (%).

3.3 Metode penelitian

3.3.1 Pengolahan Data

Untuk mempermudah pengolahan dan penelitian digunakan bantuan paket program komputer MINITAB minimal versi 11 dengan cara mentabulasikan data dalam *worksheet* kemudian mengaktifkan window session dengan cara meng-click : *Editor* → *Enable Command Language hingga* hingga keluar MTB>, kemudian membuat struktur perintah sebagaimana dalam *Session Command*. Selain itu, kita dapat juga mengoperasikannya melalui *Dialog Box*, dengan menggunakan *Pull Down Menu* yang sudah tersedia. Adapun struktur perintahnya masing-masing diuraikan dalam tabel berikut ini.

a. Membuat Histogram

Dialog box	Session command
Pulldown Menu>Graph>Histogram	MTB>Histogram C...C; SUBC>Increment=k START=k[END=k] BY C FILE'nama file' SUBC>END.

b. Membuat Peta Kendali \bar{X} -R

Dialog box	Session command
Pulldown Menu>Stat>Control charts>Xbar-R	MTB>%Rxbarr; SUBC>Csub' 'subgrup SUBC>Rbarr; SUBC>Title" "; SUBC>Test 1.

c. Membuat Peta Kendali I-MR

Dialog box	Session command
Pulldown Menu>Stat>Control charts>I-MR	MTB>%Imrchart; SUBC>Rspan 2; SUBC>Title" "; SUBC>Test 1.

d. Membuat Peta Kendali P

Dialog box	Session command
Pulldown Menu>Stat>Control charts>P	MTB>Pchart' (p)' \ (n); SUBC> Title" "; SUBC>Slimits; SUBC>Symbol; SUBC>Connect; SUBC>Test 1.

3.3.2 Metode Analisa Data

Metode analisa yang digunakan meliputi cara berikut ini.

a. Analisa Histogram

- menentukan nilai tengah sebagai nilai pusat yang menunjukkan nilai yang paling banyak frekuensinya.
- melakukan pengamatan terhadap bentuk distribusinya apakah simetris atau tidak, dan variabilitasnya melalui peragaan visual datanya.
- kemampuan proses ditaksir sebagai $\bar{x} \pm 3s$, dengan catatan bahwa bagi data distribusi normal, batas toleransi alami meliputi 99,73% dari variabel tersebut, atau dengan pengertian lain, hanya 0,27% dari hasil proses akan jatuh di luar batas toleransi alami ($\bar{x} \pm 3s$). Sedangkan jika distribusi hasil proses tidak normal, maka persen hasil yang jatuh di luar batas toleransi alami dapat berbeda signifikan dengan 0,27%.

b. Analisa Pola pada Grafik Pengendali

Sebagaimana penjelasan dalam sub bab 2.6.3

c. Analisa Kemampuan Proses

- Kemampuan proses dianalisa atau ditaksir setelah diketahui bahwa pola yang ditunjukkan oleh grafik menunjukkan proses dalam keadaan terkendali.
- Perbandingan kemampuan proses, yakni $PCR = (1/PCI_k) \times 100 \%$, dengan catatan : semakin rendah PCR-nya, maka semakin baik kemampuan proses untuk menghasilkan produk yang memnuhi spesifikasi.



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan berikut ini .

1. Penerapan pengendalian mutu statistik di PGT Garahan sebagai suatu strategi dalam menjamin mutu hasil produksi gondorukem dan terpentin menghendaki penggunaan teknik dan alat-alat statistik yang sesuai berdasarkan indikator karakteristik mutu produknya, diantara alat yang relevan adalah histogram, grafik pengendali proporsi cacat penerimaan getah, grafik pengendali I-MR dan grafik pengendali \bar{X} - R.
2. Untuk tiap indikator mutu produksi, informasi yang dapat diperoleh seperti berikut ini.
 - a. Pada penerimaan bahan baku getah pinus, proses yang berlangsung dalam kondisi di luar pengendalian statistik. Berdasarkan spesifikasi perusahaan, kemampuan proses selama bulan Juni 2003 menunjukkan bahwa dari sejumlah 1.023,661 ton getah pinus yang diterima selama satu bulan tersebut 870,11185 ton diantaranya mampu menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi.
 - b. Pada indikator karakteristik mutu rendemen gondorukem, analisis histogramnya menunjukkan bahwa nilai rendemennya memiliki variabilitas yang relatif tinggi, karena beberapa nilai rendemen yang berbeda memiliki frekuensi yang sama sehingga pola pemencaran balok histogram yang ditunjukkan tampak menyebar, Hal ini diduga akibat proses yang berlangsung kurang stabil. Kemudian dari analisis grafik pengendali I-MR, tidak ada petunjuk diamatinya grafik dalam pengendalian statistik. Hal ini berarti bahwa nilai rendemen gondorukem selama bulan Juni 2003 tidak terkendali. Oleh karena itu peneliti tidak perlu melakukan penaksiran kemampuan prosesnya.

- c. Pada indikator karakteristik rendemen terpentin, histogramnya menunjukkan bahwa karakteristik hasil rendemen terpentin memiliki konsistensi yang cukup tinggi. Hal ini diperlihatkan dengan adanya variabilitas yang normal (alami) yang diduga akibat proses yang berlangsung dalam kondisi yang stabil. Tanpa memperhatikan batas spesifikasi perusahaan kemampuan prosesnya menunjukkan bahwa kira-kira 99,73% dari terpentin yang diproduksi, akan memiliki nilai rendemen antara 10,7% dan 16,5%. Sedangkan dari analisis grafik pengendali I-MRnya menunjukkan bahwa nilai rendemen gondorukem selama bulan Juni 2003 masih terkendali. Oleh karena itu, dengan memperhatikan batas spesifikasi bawah yang ditetapkan perusahaan sebesar 12,34%, analisa kemampuan proses mengindikasikan bahwa indeks kemampuan prosesnya masih rendah, yakni sebesar $0,55(<1)$, yang dalam hal ini perlu dilakukannya perbaikan kinerja proses. Dari perbandingan kemampuan prosesnya dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk memperoleh hasil nilai rendemen yang memenuhi spesifikasi, dibutuhkan peningkatan 180% dari kemampuan prosesnya.
- d. Pada indikator karakteristik mutu kadar titik lunak gondorukem, analisis grafik pengendali \bar{X} - Rnya memperlihatkan grafik tampak terkendali yang menunjukkan bahwa proses yang sedang berlangsung masih dalam pengendalian, sehingga layak untuk ditaksir kemampuan prosesnya. Kemudian, dari perhitungan kemampuan proses (dengan memperhatikan batas spesifikasi bawah sebesar 78°C), indeks kemampuan prosesnya diketahui sebesar $1,03(>1)$ yang berarti kemampuan prosesnya cukup baik. Dari hasil perbandingan kemampuan proses dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk menghasilkan gondorukem dengan kadar titik lunak yang memenuhi spesifikasi (berdasarkan SNI) cukup dibutuhkan 97% dari kemampuan prosesnya.

- e. Pada indikator karakteristik mutu kadar kotoran gondorukem, analisis grafik pengendali \bar{X} - R memberikan petunjuk bahwa grafik dalam kondisi tak terkendali, sehingga tidak perlu untuk menaksir kemampuan prosesnya.

5.2 SARAN

- a. Dalam membuat grafik pengendali, sebaiknya perusahaan memanfaatkan teknologi komputer dengan paket program MINITAB, agar diperoleh hasil yang lebih teliti dan akurat.
- b. Untuk menghindari atau mengurangi penerimaan getah pinus yang tidak sesuai, sebaiknya dilakukan uji kelayakan bagi sampel penerimaannya terlebih dahulu, apakah getah yang diterima memiliki rata-rata mutu yang baik atautakah tidak, sehingga dapat menghasilkan produk secara optimal.
- c. Bagi mahasiswa/peneliti lebih lanjut, sebaiknya penelitian dilakukan hingga pada sumber-sumber teduga dalam tiap prosesnya. Karena pada penelitian ini masih dalam tingkat pengenalan pola statistik yang terbentuk oleh data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, *Panduan Pelatihan Up-Grading Sistem Manajemen ISO 9001*. Kualitas Konsulindo, Jakarta.
- Chang & Niedzwiecki, 1999, (alih bahasa Nusron) *Alat Peningkatan Mutu*, Jilid 2, PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Dajan, Anto., 1991, *Pengantar Metode Statistik*. Jilid II. LP3ES, Jakarta.
- Djarwanto Ps., 1996, *Statistik Induktif*. BPFE, Yogyakarta.
- Feigenbaum, 1992, (alih bahasa Kandahjaya), *Total Quality Control*, Yogyakarta.
- Grant, L. Eugene, and Leavenworth S. R., 1993, *Statistical Quality Control*, Sixth Edition, Mc Graw-Hill, Inc. U.S.A.
- Ishikawa, K., 1989, (alih bahasa Widodo), *Teknik Penuntun Pengendalian mutu*, Asian Productivity, Tokyo.
- Juran, J.M. 1995, *Quality Control Handbook*, Mcgraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Lukas Setia A., 1997, *Memahami Statistika Bisnis*, ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Montgomery, Douglas C., 1995, (alih bahasa Zanzawi S.), *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sumertajaya dkk, 1999. *Panduan Pengolahan Data dengan Paket Program Minitab Windows*, Jurusan Statistika FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Tirta, 2003, *Pengantar Statistika Matematika*. FMIPA UNEJ, Jember.
- Western Electric 1956, *Statistical Quality Control Handbook*, Western Electric Corporation, Indianapolis, Ind.

Lampiran 1

**Tabel Penerimaan Harian Getah Pinus
Periode Juni 2003**

Tanggal	Jumlah produk (n)	Produk tidak sesuai (p)	Proporsi produk tidak sesuai ($\frac{p}{n}$)
2	26.772	228	0,01
3	8.879	726	0,08
4	36.734	9.880	0,27
5	42.363	7.887	0,19
6	16.837	2.520	0,15
7	51.526	7.159	0,14
9	68.040	13.909	0,20
10	28.204	3.833	0,14
11	38.889	5.423	0,14
12	36.825	11.055	0,30
13	45.154	4.478	0,10
14	71.605	9.356	0,13
16	56.806	9.156	0,16
17	12.899	3.876	0,30
18	26.333	5.937	0,23
19	38.739	2.881	0,07
20	24.821	1.440	0,06
21	24.856	3.850	0,15
23	47.062	5.920	0,13
24	31.555	4.508	0,14
25	49.645	6.110	0,12
26	39.345	5.778	0,15
27	37.005	4.553	0,12
28	63.092	3.554	0,06
30	99.575	13.824	0,14
Jumlah	1.023.561	147.841	3,68
Rata-rata	40.942	5913,64	0,15

Lampiran 2

Tabel Nilai Rendemen Harian Gondorukem
Periode Juni 2003

Tanggal	Pengukuran pada setiap sample (%)	Jarak pergerakan (MR)
2	67,20	
3	67,07	0,13
4	67,06	0,01
5	67,06	0
6	67,10	0,04
7	67,61	0,51
9	67,10	0,51
10	67,05	0,05
11	67,02	0,03
12	67,28	0,26
13	67,22	0,06
14	67,44	0,22
16	67,16	0,28
17	67,24	0,08
18	67,12	0,12
19	67,14	0,02
20	67,20	0,06
23	67,19	0,01
24	67,08	0,11
25	67,11	0,03
26	67,76	0,65
27	67,03	0,73
28	67,15	0,12
30	67,18	0,03
Jumlah	1679,76	4,06
Rata-rata	67,19	0,1765

Lampiran 3

Tabel Data Nilai Rendemen Harian Terpentin
Periode Juni 2003

Tanggal	Pengukuran pada setiap sample(%)	Jarak pergerakan (MR)
2	10,40	
3	13,25	2,85
4	13,34	0,09
5	13,21	0,13
6	14,01	0,80
7	14,37	0,36
9	13,88	0,49
10	13,01	0,87
11	14,43	1,42
12	12,84	1,59
13	13,42	0,58
14	14,05	0,63
16	13,31	0,74
17	13,21	0,10
18	14,44	1,23
19	14,98	0,54
20	13,60	1,38
23	13,73	0,13
24	13,97	0,24
25	13,29	0,68
26	13,01	0,28
27	13,64	0,63
28	15,85	2,21
30	13,10	2,75
Jumlah	326,34	20,72
Rata-rata	13,60	0,9

Lampiran 4

Tabel Data Kadar Titik Lunak Gondorukem
Periode Juni 2003

Tanggal	Pengukuran pada setiap unit sampel (n) dalam °C					Jumlah	Mean \bar{X}
	X1	X2	X3	X4	Xn		
2	81,00	81,00	79,00	78,50	80,00	161,00	80,50
3	81,00	80,25	80,50	80,00	80,00	161,00	80,50
4	78,00	80,00	78,00	78,50	79,00	157,00	78,50
5	78,50	78,00	79,00	78,00	80,50	159,00	79,50
6	79,00	80,00	79,50	81,00	81,00	160,00	80,00
97	80,25	79,50	80,00	78,00	78,00	158,25	79,13
10	79,50	80,50	80,50	80,00	78,50	158,00	79,00
11	80,00	79,00	79,00	78,00	80,00	160,00	80,00
12	80,5	81	80	78,5	79	159,50	79,75
13	80	80,25	78,5	80	81	161,00	80,50
14	81	0	0	0	80	161,00	80,50
16	80	78,25	79,25	77	78,5	158,50	79,25
17	79	78,25	79	79,5	79	158,00	79,00
18	79	78,75	78	78	80	159,00	79,50
19	80	78,25	79,75	79	81	161,00	80,50
20	81	79	79,5	0	81	162,00	81,00
23	81	79	78,5	78	79	160,00	80,00
24	80,5	80	81	79,5	79	159,50	79,75
25	80,5	80,5	80	80,25	80	160,50	80,25
26	81	80,5	80	80,5	81	162,00	81,00
27	79	78,5	80	80	81	160,00	80,00
28	80	0	0	0	80,5	160,50	80,25
30	80,5	80,75	80,5	78,75	80,5	161,00	80,50

Lampiran 5

Tabel Data Kadar Kotoran Gondorukem
Periode Juni 2003

Tanggal	Pengukuran pada setiap unit sampel (n) dalam %					Jumlah	Mean \bar{X}
	X1	X2	X3	X4	Xn		
2	0,0318	0,0308	0,0300	0,0303	0,0296	0,0614	0,0307
3	0,0542	0,0282	0,0302	0,0314	0,0304	0,0846	0,0423
4	0,0238	0,0308	0,0315	0,0306	0,0334	0,0572	0,0286
5	0,0320	0,0362	0,0356	0,0308	0,0335	0,0655	0,0328
6	0,0338	0,0358	0,0310	0,0315	0,0322	0,0660	0,0330
9	0,0300	0,0306	0,0309	0,0316	0,0300	0,0600	0,0300
10	0,0314	0,0310	0,0307	0,0313	0,0312	0,0626	0,0313
11	0,0318	0,0308	0,0297	0,0300	0,0312	0,0630	0,0315
12	0,0315	0,0318	0,0316	0,0313	0,0354	0,0669	0,0335
13	0,0352	0,0310	0,0308	0,0304	0,0306	0,0658	0,0329
14	0,0310	0	0	0	0,0302	0,0612	0,0306
16	0,0320	0,0312	0,0302	0,0316	0,0318	0,0638	0,0319
17	0,0314	0,0311	0,0317	0,0308	0,0306	0,0620	0,0310
18	0,0313	0,0305	0,0300	0,0296	0,0304	0,0617	0,0309
19	0,0351	0,0335	0,0310	0,0308	0,0312	0,0663	0,0332
20	0,0306	0,0300	0,0302	0	0,0299	0,0605	0,0303
23	0,0308	0,0306	0,0303	0,0310	0,0309	0,0617	0,0309
24	0,0320	0,0310	0,0316	0,0312	0,0302	0,0622	0,0311
25	0,0302	0,0320	0,0312	0,0302	0,0316	0,0618	0,0309
26	0,0306	0,0318	0,0312	0,0314	0,0330	0,0636	0,0318
27	0,0306	0,0306	0,0304	0,0300	0,0296	0,0602	0,0301
28	0,0318	0	0	0	0,0309	0,0627	0,0314
30	0,0312	0,0304	0,0297	0,0300	0,0298	0,0610	0,0305

Lampiran 6

Tabel Faktor Grafik Pengendali

n	A ₂	B ₃	B ₄	D ₃	D ₄	d ₂
2.	1,88	0	3,267	0	3,267	1,128
3.	1,023	0	2,568	0	2,575	1,693
4.	0,729	0	2,266	0	2,282	2,059
5.	0,577	0	2,089	0	2,115	2,326
6.	0,483	0,03	1,97	0	2,004	2,534
7.	0,419	0,118	1,882	0,076	1,924	2,704
8.	0,373	0,185	1,815	0,136	1,864	2,847
9.	0,337	0,239	1,761	0,184	1,816	2,97
10.	0,308	0,284	1,716	0,223	1,777	3,078
11.	0,285	0,321	1,679	0,256	1,744	3,173
12.	0,266	0,354	1,646	0,283	1,717	3,258
13.	0,249	0,382	1,618	0,307	1,693	3,336
14.	0,235	0,406	1,594	0,328	1,672	3,407
15.	0,223	0,428	1,572	0,347	1,653	3,472
16.	0,212	0,448	1,552	0,363	1,637	3,532
17.	0,203	0,466	1,534	0,378	1,622	3,588
18.	0,194	0,482	1,518	0,391	1,608	3,64
19.	0,187	0,497	1,503	0,403	1,597	3,689
20.	0,18	0,51	1,49	0,415	1,585	3,735
21.	0,173	0,523	1,477	0,425	1,575	3,778
22.	0,167	0,534	1,466	0,434	1,566	3,819
23.	0,162	0,545	1,455	0,443	1,557	3,858
24.	0,157	0,555	1,445	0,451	1,548	3,895
25.	0,153	0,565	1,435	0,459	1,541	3,931

Cara mencari nilai pada tabel disesuaikan dengan jumlah sampel (n) yang diambil, kecuali untuk grafik pengendali I-MR maka n dianggap 2

Lampiran 7

Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali P Proporsi Cacat Penerimaan Getah Pinus

```
MTB > PChart 'produk tak sesuai' 'Jml produk getah';  
SUBC> P 0.15;  
SUBC> Title "Grafik Pengendali P Proporsi penerimaan Getah Pinus";  
SUBC> TFont 1;  
SUBC> Axis 1;  
SUBC> TFont 1;  
SUBC> Axis 2;  
SUBC> TFont 1;  
SUBC> Grid 1;  
SUBC> Grid 2;  
SUBC> Slimits;  
SUBC> Color 1;  
SUBC> Symbol;  
SUBC> Connect;  
SUBC> Test 1.
```

Lampiran 8**Struktur Perintah Membuat Histogram Rendemen Gondorukem**

```
MTB > Histogram 'Rendemen Gondorukem';
SUBC > MidPoint;
SUBC > Bar;
SUBC > Type 1;
SUBC > Color 0;
SUBC > EType 1;
SUBC > ESize 2;
SUBC > Title "Histogram Rendemen Gondorukem Periode Juni 2003";
SUBC > TSize 1;
SUBC > Figure;
SUBC > Type 1;
SUBC > Color 0;
SUBC > EType 1;
SUBC > Symbol;
SUBC > Type 0;
SUBC > Label;
SUBC > Offset 0.0 0.0;
SUBC > Placement 0 1;
SUBC > Axis 1;
SUBC > Axis 2.
```

Lampiran 9

Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali I-MR Rendemen Gondorukem

MTB > %Imrchart 'Rendemen Gondorukem';

SUBC > Rspan 2;

SUBC > Title "Grafik Pengendali I-MR Rendemen Gondorukem";

SUBC > Test 1.



Lampiran 10

Struktur Perintah Membuat Histogram Rendemen Terpentin

```
MTB > Histogram 'Rendemen Terpentin';  
SUBC>MidPoint;  
SUBC>Bar;  
SUBC>ESize 1;  
SUBC>Title "Histogram Rendemen Terpentin Periode Juni 2003";  
SUBC>Symbol;  
SUBC>Type 0;  
SUBC>Label;  
SUBC>Offset 0.0 0.0125;  
SUBC>Placement 0 1;  
SUBC>Axis 1;  
SUBC>Axis 2.
```



Lampiran 11

Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali I-MR Rendemen Terpentin

MTB > %Imrchart 'Rendemen Terpentin';

SUBC>RSpan 2;

SUBC>Title "Grafik Pengendali I-MR Rendemen Terpentin";

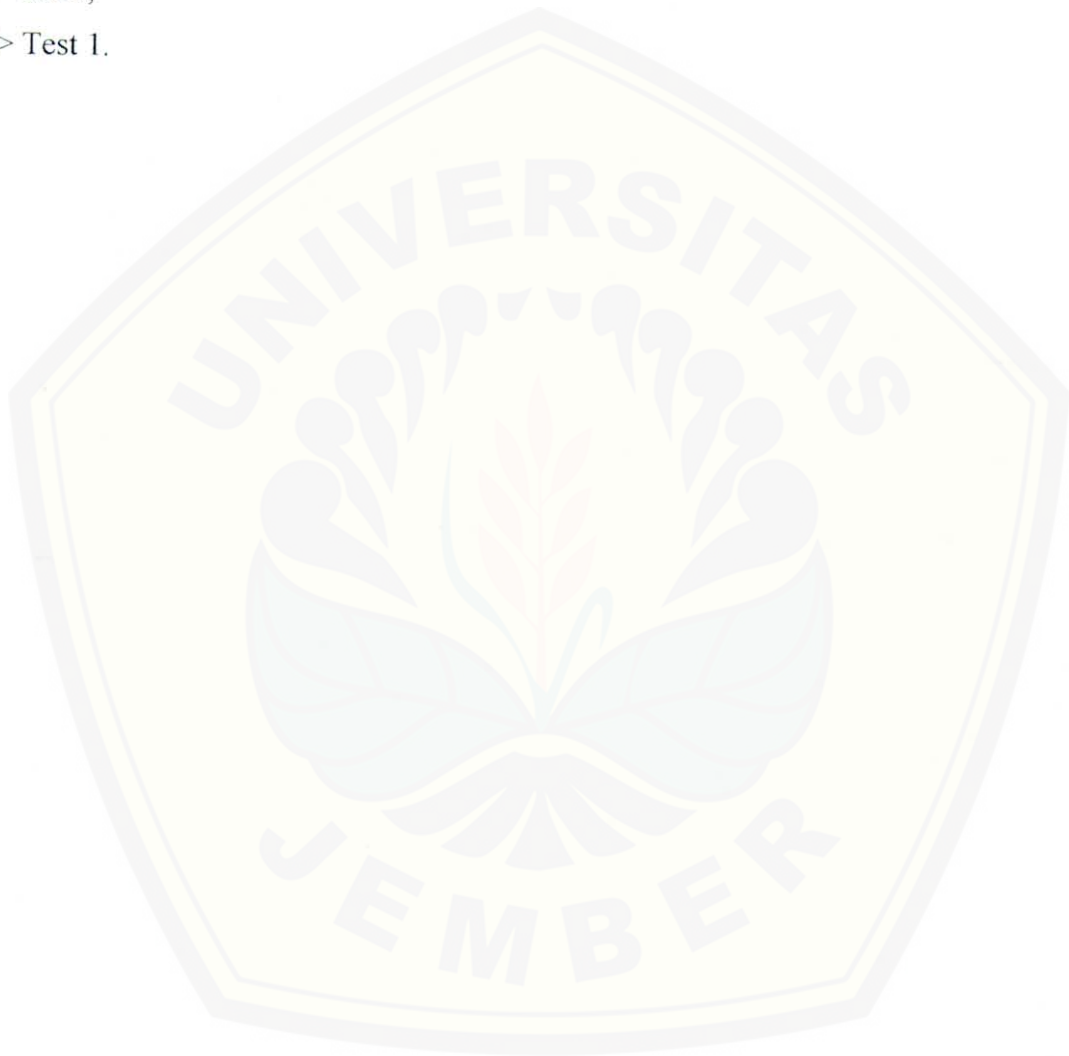
SUBC>Test 1.



Lampiran 12

Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali \bar{X} -R Kadar Titik Lunak
Gondorukem

```
MTB > %Rxbarr ;  
SUBC> Csub 'Mean kadar kotoran' 3;  
SUBC> Rbar;  
SUBC> Test 1.
```



Lampiran 13

**Struktur Perintah Membuat Grafik Pengendali \bar{X} - R Kadar Kotoran
Gondorukem**

MTB > %Rxbarr ;

SUBC> Csub 'Mean kadar kotoran gondorukem' 3;

SUBC> Rbar;

SUBC> Test 1.

