

15170/H/02



TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS
PADA PROSES PRODUKSI KERAMIK LANTAI
(FLOOR TILE I) DI PT. MULIA KERAMIK
BEKASI - JAKARTA TIMUR**



RSST
658.562
Her
9-1
2001

Oleh :

HERRY CAHYONO S.A.

1395 030 034

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	29-09-2001
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	213647

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2001**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS
PADA PROSES PRODUKSI KERAMIK LANTAI
(FLOOR TILE I) DI PT. MULIA KERAMIK
BEKASI - JAKARTA TIMUR**

Diajukan Sebagai
Syarat kelulusan Program Studi Diploma III Statistika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

HERRY CAHYONO S.A.

1395 030 034

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2001**

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS
PADA PROSES PRODUKSI KERAMIK LANTAI
(FLOOR TILE I) DI PT. MULIA KERAMIK
BEKASI - JAKARTA TIMUR**

Disusun Oleh :

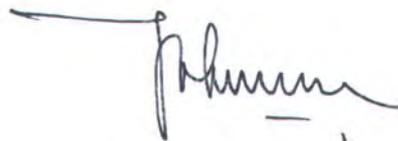
HERRY CAHYONO S.A.

1395 030 034

Surabaya, Pebruari 2001

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Drs. MUHAMMAD MASHURI, MT.

NIP. 131 651 449

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika

FMIPA ITS



Drs. NUR IRIAWAN, M. Ikom, Ph.D.

NIP. 131 782 011

ABSTRAK

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI KERAMIK LANTAI (FLOOR TILE 1) DI PT. MULIA KERAMIK BEKASI-JAKARTA TIMUR

Oleh : Herry Tjahyono (NRP : 1395030034)

Dosen Pembimbing : Drs. Muhammad Mashuri, MT (NIP : 131651449)

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pesatnya perkembangan sektor konstruksi, khususnya pembangunan infrastruktur dan properti, PT. Mulia Keramik ikut berpartisipasi melalui usaha penyediaan produk-produk keramik yang diantaranya adalah Keramik Lantai (*Floor Tile*). Keramik lantai merupakan salah satu kebutuhan utama bisnis properti untuk kalangan menengah keatas, sehingga sudah sewajarnya jika kualitas mendapat perhatian khusus disamping semakin banyaknya para pesaing. Produk Keramik Lantai untuk saat-saat sekarang ini mengalami permintaan yang kontinu bahkan sesekali meningkat jika dibandingkan dengan produk keramik lainnya dari PT. Mulia Keramik.

Dalam memenuhi permintaan pasar atau pelanggan tentunya mutu produk keramik lantai harus tetap dijaga, memperkecil variabilitas produk yang terjadi dalam setiap tahap proses produksi akan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

Berdasarkan pada analisis peta kendali dihasilkan bahwa pada proses *milling* dan *spray drier* proses dalam kondisi terkontrol, dan pada *milling* dan *spray drier* proses kapabel dengan tingkat akurasi pada kedua proses yang cukup baik. Pada proses yang terjadi di mesin *press* (Waktu tekan) kondisi proses terkontrol begitu juga pada besar tekanan mesin *press* dalam kondisi terkontrol. Pada inspeksi akhir keramik lantai, proses dalam kondisi terkontrol. Jenis cacat paling banyak pada proses ini karena jenis cacat I yaitu keramik retak dengan prosentase 52,4% sehingga jenis cacat ini perlu mendapat penanganan terlebih dahulu. Sedangkan pada proses *press* yaitu pengamatan proses produksi yang ditinjau dari waktu tekan dan besar tekanan didapatkan bahwa pada waktu tekan proses dalam kondisi kapabel dengan nilai $C_p=1,388$. Sedangkan pada besar tekanan proses terkontrol dan pada analisis kemampuan proses kapabel dengan nilai $C_p= 2,78$ yang berarti tingkat presisi dan akurasinya cukup baik.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya kepada penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES
PRODUKSI KERAMIK LANTAI DI PT. MULIA KERAMIK
BEKASI-JAKARTA TIMUR**

Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikut-pengikut beliau.

Tugas akhir ini diajukan sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Program Studi Diploma III Statistika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis. Walau demikian penulis tetap berharap semoga tugas akhir ini berguna bagi segenap Direksi dan karyawan PT. Mulia Keramik Bekasi-Jakarta Timur, mahasiswa Statistika FMIPA ITS khususnya dan seluruh pembaca.

Dengan tersusunnya karya ini, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu yang saya hormati serta kakak dan dua adikku tersayang yang telah memberikan doa, dorongan semangat, kasih sayang dan segalanya.
2. Ibu Dra. Lucia Aridinanti selaku Ketua Program Studi Diploma III Statistika, FMIPA ITS.
3. Drs. Muhammad Mashuri, MT selaku dosen pembimbing yang telah membantu memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Mas Rofik yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu pengetahuannya tentang produksi keramik dan bantuannya atas terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Seluruh karyawan PT. Mulia Keramik yang telah meluangkan waktu kerjanya untuk memberi pengarahan dan bimbingan kepada saya selama dilakukannya penelitian.
6. Dengan rasa sayang dan bangga ucapan terima kasih saya persembahkan pada Fitri Agustina yang telah membantu saya dengan memberikan perhatian, dorongan, semangat serta bantuan lainnya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Statistika ITS.
8. Teman-teman D₃ Statistika Angkatan'95, Erwin "tawil" yang masih plontos, Wahyu yang masih tetap "gelap", Firdian CB dan semua anak-anak CB Comp yang telah banyak membantu saya.

Akhir kata penulis berharap agar penulisan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya dan mendapat Ridho Allah SWT.

Surabaya,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	PENDAHULUAN
1.1.	Latar Belakang 1
1.2.	Perumusan Masalah 2
1.3.	Tujuan Penelitian 2
1.4.	Manfaat Penelitian 3
1.5.	Batasan Permasalahan Dan Asumsi Yang Digunakan 3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
2.1.	Produk Keramik Lantai 5
2.2.	Proses Produksi 6
2.2.1.	Bahan Dan Formula 7
2.2.2.	Proses Milling 7
2.2.3.	Proses Spray Drier 7
2.2.4.	Proses Press (Mesin Press) 8
2.2.5.	Proses Engob Dan Glassur 8
2.2.6.	Proses Printing 9
2.2.7.	Proses Pembakaran 9

2.3.	Kualitas	9
2.3.1.	Teknologi Rekayasa Kualitas	11
2.3.2.	Pengendalian Kualitas Statistika	12
2.3.3.	Pengukuran Dalam Kualitas	13
2.3.4.	Konsep Variasi	14
2.4.	Peta Kontrol	15
2.4.1.	Definisi Peta Kontrol	15
2.4.2.	Manfaat Peta Kontrol	16
2.4.3.	Batas Kontrol	17
2.4.4.	Membaca Peta Kontrol	18
2.4.5.	Tipe-tipe Peta Kontrol	21
2.4.6.	Peta Kontrol C	22
2.4.6.1.	Interpretasi Peta-C	23
2.4.7.	Grafik Pengendali \bar{X} Dan R	24
2.4.7.2.	Interpretasi Peta- \bar{X} Dan R	29
2.4.8.	Grafik Pengendali \bar{X} Dan S	29
2.5.	Diagram Pareto	32
2.6.	Diagram Sebab Akibat	33
2.7.	Tes Kerandoman	34
2.8.	Uji Kesesuaian Distribusi Normal	36
2.9.	Analisis Kemampuan Proses	37
BAB III	BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Variabel Penelitian	43
3.2.	Metode Pengambilan Data	44
3.3.	Langkah Penelitian Dan Teknik Analisis yang digunakan	49

BAB IV	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1.	Evaluasi Pada Proses Miliing	50
4.1.1.	Tes Kerandoman Hasil Residu Bahan Pada Proses Milling	53
4.1.1.1.	Tes Kerandoman Pada Peta- \bar{X}	53
4.1.1.2.	Tes Kerandoman Pada Peta-R	54
4.1.2.	Uji Kesesuaian Distribusi Normal Pada Hasil Residu Bahan Pada Proses Nilling	55
4.1.3.	Analisa Kemampuan Proses Pada Proses Milling	55
4.2.	Evaluasi Pada Spray Drier	57
4.2.1.	Tes Kerandoman Hasil Residu Bahan Baku di Spray Drier	60
4.2.1.1.	Tes Kerandoman Pada Peta- \bar{X}	60
4.2.1.2.	Tes Kerandoman Pada Peta-R	61
4.2.2.	Uji Kesesuaian Distribusi Normal Pada Hasil Residu Bahan Pada Proses Spray Drier	62
4.2.3.	Analisa Kemampuan Proses Pada Proses Spray Drier	63
4.3.	Evaluasi Pada Mesin Press (Waktu Tekan Mesin)	65
4.3.1.	Tes Kerandoman Waktu Tekan Mesin Press	67
4.3.1.1.	Tes Kerandoman Pada Peta-S	67
4.3.1.2.	Tes Kerandoman Pada Peta- \bar{X}	68

4.3.2.	Uji Kesesuaian Distribusi Normal	
	Waktu Tekan Pada Mesin Press	69
4.3.3.	Analisa Kemampuan Proses Waktu	
	Tekan Pada Mesin Press	69
4.4.	Evaluasi Pada Mesin Press	
	(Besar Tekanan Mesin)	71
4.4.1.	Tes Kerandoman Besar Tekanan Mesin	74
4.4.1.1.	Tes Kerandoman Pada Peta-S	74
4.4.1.2.	Tes Kerandoman Pada Peta- \bar{X}	75
4.4.2.	Uji Kesesuaian Distribusi Normal	
	Besar Tekanan Pada Mesin Press	76
4.4.3.	Analisa Kemampuan Proses Pada	
	Besar Tekan Pada Mesin Press	77
4.5.	Evaluasi Pada Inspeksi Akhir	79
4.5.1.	Uji Distribusi Normal	79
4.5.2.	Evaluasi Dengan Peta-C	80
4.5.3.	Diagram Pareto	82
4.5.4.	Tes Kerandoman Data Cacat Pada	
	Inspeksi Akhir	84
4.5.5.	Diagram Sebab Akibat	85
4.5.6.	Analisa Kemampuan Proses Produksi	
	Keramik Pada Inspeksi Akhir	87
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	90
5.2.	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN		93

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1. Bagan Proses Produksi Keramik Lantai	6
2. Gambar 2.2. Grafik Peta Kontrol	15
3. Gambar 2.3. Long Run (Panjang Lari)	19
4. Gambar 2.4. Pola Kecenderungan	19
5. Gambar 2.5. Mendekati Garis Kendali	20
6. Gambar 2.6. Mendekati Garis Tengah	20
7. Gambar 2.7. Gerak Periodik	21
8. Gambar 2.8. Diagram Sebab Akibat	34
9. Gambar 2.9. n_1 dan n_2 Pada Tes Kerandoman	34
10. Gambar 2.10. Run r Pada Tes Kerandoman	35
11. Gambar 2.11. Batas Spesifikasi Dalam Distribusi Normal	38
12. Gambar 2.12. Penyebaran Proses	39
13. Gambar 2.13. Nilai $C_p < 1$	40
14. Gambar 2.14. Nilai $C_p = 1$	41
15. Gambar 2.15. Nilai $C_p > 1$	41
16. Gambar 3.1. Metode Pengambilan Data	45
17. Gambar 4.1. Peta-R Hasil Residu Pada Proses Milling	52
21. Gambar 4.2. Peta- \bar{X} Hasil Residu Pada Proses Milling	53
22. Gambar 4.3. Grafik Kemampuan Proses Hasil Residu Pada Proses Milling	57
23. Gambar 4.4. Peta-R Hasil Residu Pada Proses Spray Drier	61
24. Gambar 4.5. Peta- \bar{X} Hasil Residu Pada Proses Spray Drier	62
25. Gambar 4.6. Grafik Kemampuan Proses Hasil Residu Pada Proses Spray Drier	66

26.Gambar 4.7.	Peta-S Waktu Tekan Mesin Press	69
27.Gambar 4.8.	Peta-S Yang Telah Disesuaikan	70
28.Gambar 4.9.	Peta- \bar{X} Waktu Tekan Mesin Press	71
29.Gambar 4.10.	Grafik Kemampuan Proses Waktu Tekan Mesin Press	75
30.Gambar 4.11.	Peta-S Besar Tekanan Mesin Press	78
31.Gambar 4.12.	Peta- \bar{X} Besar Tekanan Mesin Press	79
32.Gambar 4.13.	Grafik Kemampuan Proses Besar Tekanan Mesin Press	83
33.Gambar 4.14.	Peta-C Pada Inspeksi akhir	86
34.Gambar 4.15.	Diagram Pareto Jenis Cacat Keramik Lantai Pada Rak Penyimpanan	87
35.Gambar 4.16.	Diagram Sebab Akibat Cacat Pada Rak Penyimpanan	90
36.Gambar 4.17.	Grafik Kemampuan Proses Pada Inspeksi Akhir	92

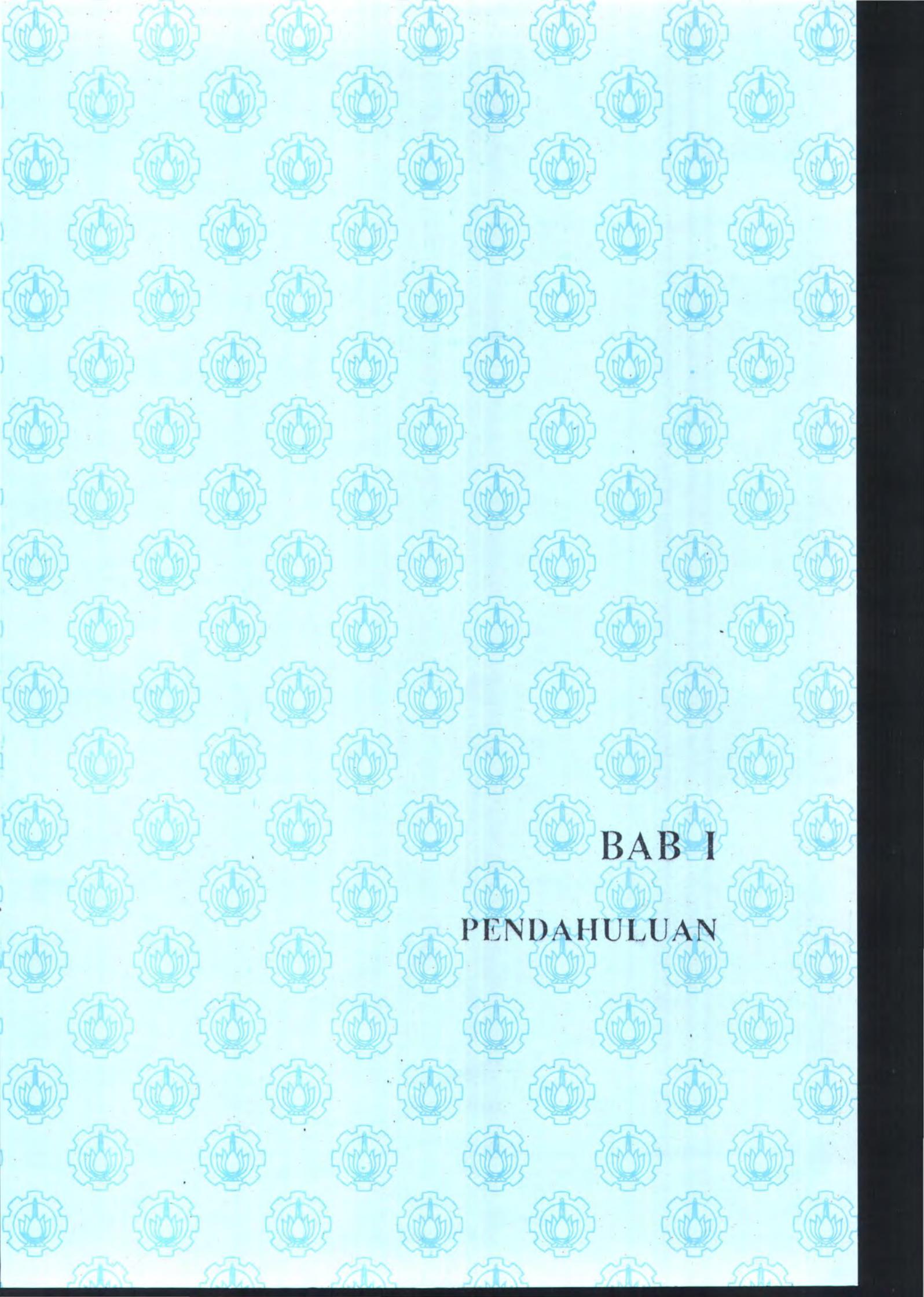
DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 2.1. Prob. Produk Diterima Dalam Batas-Batas Nilai σ	17
2. Tebel 2.2. Struktur Data Pada Peta-C	23
3. Tabel 2.3. Struktur Data Pada Peta- \bar{X} Dan R	25
4. Tabel 3.1. Data Hasil Residu Pada Milling	45
5. Tabel 3.2. Data Hasil Residu Pada Spray Drier	46
6. Tabel 3.3. Data Waktu Tekan Dan Besar Tekanan Pada Mesin Press	46
7. Tabel 3.4. Data Pada Inspeksi Akhir	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Data Hasil Residu Pada Milling	97
Lampiran 2: Peta- \bar{X} Dan R Hasil Residu Pada Proses Milling	98
Lampiran 3: Plot Kenormalan Dan Grafik Kapabilitas Hasil Residu Pada Milling	99
Lampiran 4: Data Hasil Residu Pada Spray Drier	100
Lampiran 5: Peta- \bar{X} Dan R Hasil Residu Spray Drier	101
Lampiran 6: Uji Kenormalan Dan Grafik Kemampuan Proses Hasil Residu Spray Drier	102
Lampiran 7: Data Waktu Tekan Pada Mesin Press	103
Lampiran 8: Peta-S dan Peta-S Penyesuaian Pada Waktu Tekan Mesin Press	105
Lampiran 9: Peta- \bar{X} Pada Waktu Tekan Mesin Press	106
Lampiran 10: Uji Kenormalan Dan Grafik Kemampuan Proses Lama Tekan Pada Mesin Press	107
Lampiran 11: Data Besar Tekanan Pada Mesin Press	108
Lampiran 12: Peta- \bar{X} Dan S Besar Tekanan Pada Mesin Press	110
Lampiran 13: Uji Kenormalan Dan Grafik Kapabilitas Besar Tekanan Mesin Press	111
Lampiran 14: Data Jenis Cacat Keramik Lantai Pada Inspeksi Akhir	112

Lampiran 15: Peta-C Karakteristik Keramik Lantai Pada Inspeksi Akhir	113
Lampiran 16: Diagram Sebab Akibat Terjadinya Cacat Pada Inspeksi Akhir	114
Lampiran 17: Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel	115
Lampiran 18: Harga Kritis Bawah Dan Atas Untuk r Dalam Uji Rangkaian	116
Lampiran 19: Kuantil-kuantil Statistik Uji Kolmogorov Smirnov	117
Lampiran 20: Luas Kurva Normal	118



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap perusahaan harus mampu melakukan setiap pekerjaan secara lebih baik dalam rangka menghasilkan produk dengan kualitas yang tinggi dengan harga yang bersaing. Dengan kata lain, kunci untuk meningkatkan daya saing adalah kualitas. Kualitas merupakan faktor dasar bagi konsumen dalam memilih suatu produk, karena pada saat memilih produk konsumen akan berharap nantinya akan puas dengan produk yang telah dipilihnya berdasarkan spesifikasi yang diberikan.

Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pesatnya perkembangan sektor konstruksi, khususnya pembangunan infrastruktur dan properti, PT. Mulia Keramik ikut berperan aktif dalam usaha penyediaan produk-produk keramik yang diantaranya adalah keramik lantai. Keramik lantai merupakan salah satu kebutuhan utama dalam bisnis properti untuk tingkat kalangan menengah keatas, sehingga sudah sewajarnya jika kualitas mendapat perhatian yang sangat penting mengingat banyaknya para pesaing. Produk keramik lantai pada saat sekarang ini mengalami permintaan yang kontinu bahkan meningkat, hal ini dikarenakan semakin banyaknya bisnis properti.

Dalam memenuhi permintaan pasar dan pelanggan tentunya mutu produk keramik lantai harus tetap dijaga, memperkecil variabilitas produk yang terjadi dalam setiap proses produksi akan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan

karena jika variabilitas produk yang besar tidak ditekan akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Dengan pengontrolan kualitas produk yang dilakukan setiap waktu dan mampu mencari sumber ketidaksesuaian proses produksi, diharapkan nantinya mampu diambil tindakan dalam rangka perbaikan untuk proses produksi selanjutnya dan jaminan kualitas keramik lantai dapat diberikan.

1.2. Perumusan Masalah

PT. Mulia Keramik, dalam memproduksi keramik lantai melalui beberapa tahapan proses produksi, yaitu : Proses persiapan bahan baku dan *formula*, Proses *milling*, proses *Spray Drier*, Proses *Press*, Proses Pencetakan, dan Proses pembakaran hingga didapatkan keramik lantai yang siap dipasarkan. Disini peneliti ingin mengetahui apakah pengendalian kualitas di PT. Mulia Keramik sudah menggunakan alat statistik atau belum. Untuk itu permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah proses produksi dari keramik lantai dengan menggunakan alat statistik sudah terkendali atau belum.
2. Apa yang menjadi penyebab timbulnya variasi ketidaksesuaian dalam proses produksi keramik lantai.
3. Berapakah kemampuan proses dari proses produksi keramik lantai.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengevaluasi proses produksi keramik lantai dari masing-masing proses produksi keramik lantai.

2. Mengetahui sumber-sumber ketidaksesuaian dalam proses produksi keramik lantai.
3. Menghitung dan mengetahui kemampuan proses produksi keramik lantai.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan kontribusi kepada perusahaan mengenai gambaran stabilitas proses produksi keramik lantai berdasarkan karakteristik kualitasnya.
2. Diketuainya sumber-sumber ketidaksesuaian dan penyebabnya dalam proses produksi akan dapat memberikan masukan kepada perusahaan untuk segera melakukan tindakan perbaikan yang lebih dini.
3. Dapat mengetahui apakah kemampuan proses pada proses produksi keramik lantai mempunyai tingkat presisi dan akurasi yang tinggi atau tidak.

1.5. Batasan Permasalahan dan Asumsi Yang Digunakan

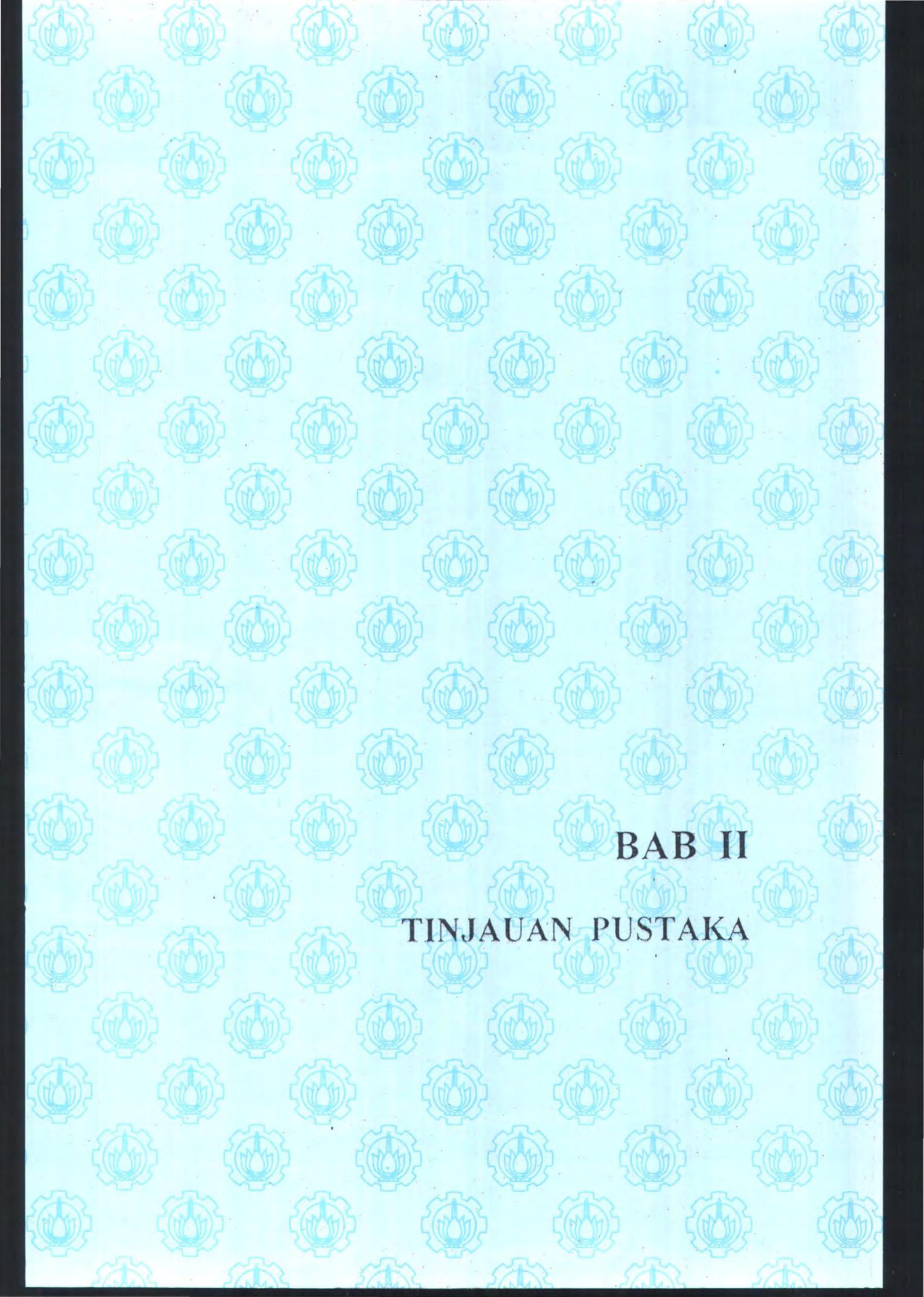
Dalam suatu penelitian, batasan masalah dan asumsi sangat diperlukan untuk menjamin keabsahan dalam memperoleh kesimpulan. Karena keterbatasan waktu dan tenaga oleh peneliti, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian hanya difokuskan pada salah satu produk dari PT. Mulia Keramik yaitu keramik lantai (*Floor Tile 1*) yang pada masa sekarang ini mengalami permintaan yang kontinu bahkan meningkat.

2. Karena data yang diambil untuk tiap proses berupa data primer, maka penelitian ini dilaksanakan hanya pada shift 1 yaitu pada pukul 07.00 - 12.00 WIB mengingat tenaga peneliti yang terbatas.

Asumsi-asumsi yang digunakan :

1. Proses produksi berjalan dengan normal, dalam artian tidak terjadi suatu kendali atau gangguan yang berarti.
2. Selama operator bekerja tidak diperkenankan menggangukannya.
3. Komposisi bahan dan *formula* keramik lantai sama untuk setiap kali pencampuran.



BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Produk Keramik Lantai

Seiring dengan perkembangan teknologi yang cukup tinggi dan pesatnya sektor konstruksi, khususnya properti, untuk itu PT. Mulia Keramik ikut berpartisipasi melalui usaha penyediaan produk-produk Keramik Siap Pakai, Keramik Lantai I, Keramik Lantai II serta keramik lainnya yang diproduksi oleh PT. Mulia Keramik.

Keramik lantai merupakan salah satu bagian dari produk keramik yang dalam masa-masa sekarang ini, meskipun kondisi ekonomi saat ini sedang lesu, permintaan akan keramik lantai di PT. Mulia Keramik berlangsung secara kontinu bahkan mengalami peningkatan.

Berdasarkan SNI suatu produk keramik lantai harus memenuhi beberapa persyaratan yang telah ditetapkan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Bentuk dan ukuran keramik lantai.

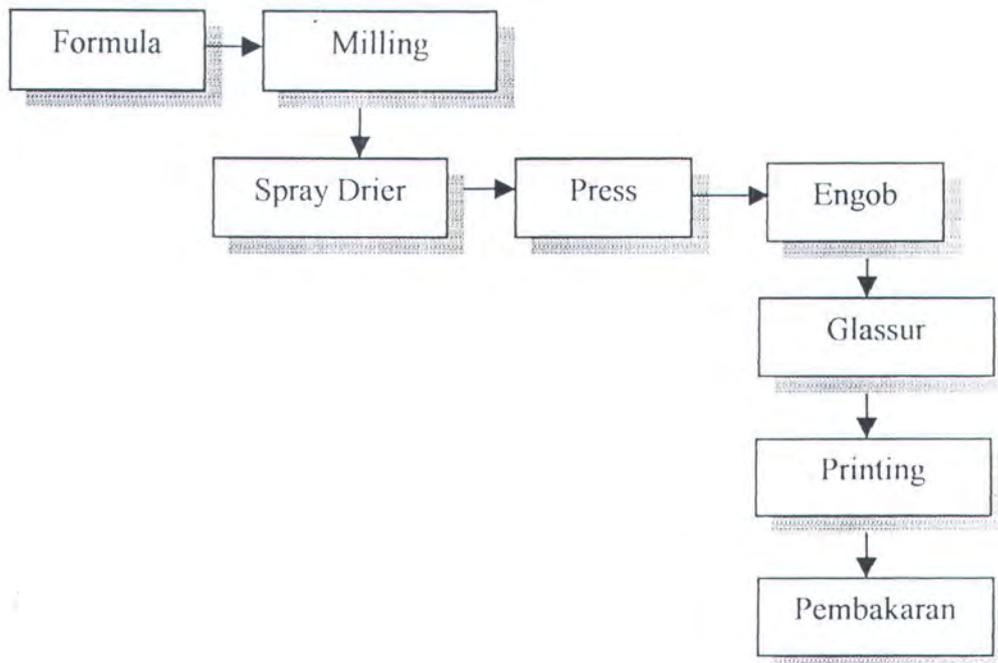
- a. Ukuran panjang, lebar dan tebal keramik lantai untuk seluruh partai yang diserahkan harus sama dan seragam.
- b. Ukuran panjang efektif keramik lantai harus sesuai permintaan pasar atau konsumen.

2. Syarat mutu keramik lantai sebagai berikut :

- a. Pandangan luar : keramik lantai harus mempunyai permukaan atas yang mulus, tidak kasar, tidak cuwil, tidak retak atau cacat lainnya yang mempengaruhi sifat pemakaian dan bentuknya seragam bagi tiap jenis serta tepi-tepinya tidak mudah pecah.
- b. Kekuatan tekan : keramik-keramik harus mampu menahan beban tekan minimum yang ditetapkan.

2.2. Proses Produksi

Proses produksi keramik lantai mulai dari tahap awal hingga menghasilkan produk keramik lantai yang siap dipasarkan seperti pada bagan berikut :



Gambar.2.1. Bagan Produksi Keramaik lantai

2.2.1. Bahan dan Formula

Bahan dan formula yang digunakan untuk membuat keramik terdiri dari *clay*, batuan dan pasir. Semua bahan baku dan formula yang berupa batuan dan pasir terlebih dahulu disaring atau diayak agar didapatkan bahan yang lebih halus sehingga dihasilkan keramik lantai yang halus permukaannya.

2.2.2. Proses Milling

Dalam proses ini bahan tadi dicampur dengan satu kali pencampuran bahan sebanyak kurang lebih 7000 kg. Kemudian bahan tersebut di *miling* selama 3-4 jam secara otomatis untuk menjamin adanya homogenitas bahan produksi.

2.2.3. Proses Spray Drier

Setelah melalui proses *milling*, *slip* atau campuran bahan produksi yang sudah merata dimasukkan kedalam *Slip Tank* (tempat *slip*), kemudian di *Spray Drier* dengan diikuti penambahan air yang disesuaikan dengan jumlah campuran bahan yang dimasukkan kedalam *Slip Tank*, hal ini untuk menjaga agar campuran bahan tersebut kering sampai mencapai tingkat kebasahan 6%. Proses *Spray Drier* ini dilakukan selama 15 menit, karena jika terlalu lama dikhawatirkan *slip* basah akan mengeras sebelum dicetak.

2.2.4. Proses Press

Slip yang sudah lumer atau kental yang dihasilkan dari *Spray Drier*, dengan bantuan operator kemudian ditempatkan ke *Silo*. *Silo* adalah tempat penampungan *slip*. Untuk menempatkan *slip* ke *silo* operator hanya menarik tungkas yang terdapat disamping mesin *Spray Drier*, sehingga secara otomatis *slip* dapat langsung masuk ke dalam *silo*. Perlu diketahui bahwa dalam *silo* sebelum atau selama mesin mencetak *slip* dengan otomatis, *slip* tadi yang terkumpul masih melalui proses penggilingan lagi sehingga *slip* tidak mengeras. Mesin mencetak keramik lantai dengan tekanan I 40 BAR, II 50 BAR dengan lama penekanan kurang lebih 3-5 detik.

Mesin terdiri dari plat untuk menekan keramik bagian atas, dimana plat ini mempunyai lubang yang gunanya untuk tempat keluarnya kadar air yang berlebihan pada saat *pressing* dalam mesin *press*.

2.2.5. Proses Enggob dan Glassur

Setelah *slip* di *press*, kemudian di *Enggob* dan *Glassur*. Proses *enggob* yaitu proses dimana keramik yang telah di *press* diberi lapisan putih, kemudian di *Glassur* yaitu setelah diberi lapisan putih lalu dilapisi dengan *glass* agar terlihat mengkilap dan halus.

2.2.6. Proses Printing

Keramik setengah jadi kemudian di *Printing* secara otomatis dengan mesin cetak sesuai ukuran yang telah ditentukan. Untuk keramik lantai ini berukuran 30 cm X 30 cm. Kemudian di *Printing Screen* yaitu memberi motif sesuai dengan permintaan pasar.

2.2.7. Proses Pembakaran

Setelah melakukan proses printing, keramik setengah jadi tadi yang telah dicetak dan diberi motif, kemudian dimasukkan kedalam *Kiln* yaitu alat untuk membakar keramik. *Kiln* berbentuk seperti rak yang terdiri dari sekat-sekat yang berfungsi untuk menaruh keramik setengah jadi, hal ini untuk menjaga agar keramik yang satu dengan yang lainnya tidak saling lengket atau melekat. Kemudian dibakar pada temperatur 1187^o C / 1187^o C dengan *cycle* 5 detik dan lama waktu pemanasan sekitar 3 menit. Untuk kualitas ekspor, PT. Mulia Keramik melakukan proses perendaman selama 24 jam. Rendaman dilakukan untuk 80 % dari total produksi, dan sisanya dijual ke dalam negeri. Untuk *reject tile* sebanyak 2 % dari total produksi per hari. Dimana dalam sehari memproduksi 10.000 keramik lantai.

2.3. Kualitas

Meskipun tidak ada definisi kualitas yang dapat diterima secara universal dari berbagai pendefinisian yang telah dilakukan para pakar dan organisasi, dari definisi-definisi yang banyak dikemukakan terdapat beberapa kesamaan, yaitu dalam hal-hal sebagai berikut :

- Kualitas meliputi usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
- Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (Misalnya: apa yang dianggap berkualitas saat ini mungkin akan dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang).
- Kualitas mencakup produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan.

Berdasarkan elemen-elemen tersebut, *Goetsch* dan *Davis* (1994) membuat definisi mengenai kualitas yang lebih luas cakupannya. Definisi tersebut adalah "Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan".

Ada dua segi umum tentang kualitas: kualitas rancangan dan kualitas kecocokan. Semua barang dan jasa dihasilkan dalam berbagai tingkat kualitas. Variasi dalam tingkat kualitas yang memang disengaja disebut dengan kualitas rancangan. Misalnya, semua mobil mempunyai tujuan dasar memberikan angkutan yang aman bagi konsumen. Tetapi, mobil-mobil mempunyai perbedaan dalam ukuran, penentuan, rupa dan penampilan. Perbedaan inilah yang merupakan hasil dari perbedaan rancangan yang disengaja antara jenis-jenis mobil.

Kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk ini sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang diisyaratkan oleh rancangan itu. Kualitas kecocokan ini dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan angkatan kerja, jenis sistem jaminan kualitas (Pengendalian proses, uji, aktivitas pemeriksaan dan sebagainya) yang digunakan, seberapa jauh prosedur jaminan

kualitas ini diikuti dan motivasi angkatan kerja untuk mencapai kualitas.

2.3.1. Teknologi Rekayasa Kualitas

Pada masa sekarang ini penjaminan kualitas sungguh-sungguh memerlukan lebih dari sekedar niat baik, aktivitas pengujian dan pemeriksaan serta departemen pengendalian mutu tradisional.

Hal tersebut memerlukan kedalaman teknis, manajerial dan bisnis yang sama untuk menjamin kualitas dan biaya kualitas suatu produk seperti yang dipakai untuk merancang, membuat, menjual dan melayani produk.

Teknologi rekayasa kualitas adalah suatu kelompok disiplin yang diperlukan pada setiap tahap dalam daur industri yang didefinisikan sebagai himpunan teknis untuk merumuskan kebijakan dan untuk menganalisis serta menyusun perencanaan mutu produk dalam upaya mengimplementasikan dan mendukung sistem mutu yang akan menghasilkan kepuasan penuh pada pihak pelanggan dengan biaya minimum, mencakup pendekatan-pendekatan operasi yang sangat berguna. Semua personil kunci diorganisasi, yang mempengaruhi kualitas produk harus mengambil manfaat dari aspek-aspek tertentu himpunan teknologi tersebut untuk mengimplementasi tanggung jawab kualitas masing-masing.

Untuk fungsi kualitas itu sendiri, teknologi rekayasa kualitas ini terkait dalam kontribusinya untuk membuat program diseluruh perusahaan menjadi suatu realita. Melalui penerapan teknologi inilah fungsi kualitas melaksanakan tanggung jawab utamanya atas kontribusi teknis yang sangat penting.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Statistika

Kualitas produk yang dihasilkan merupakan salah satu faktor penting dalam dunia industri sekarang ini. Kualitas suatu produk ditentukan berdasarkan pada pengukuran atau penelitian ciri-ciri tertentu. Hasil pengukuran yang dipakai untuk menentukan kualitas suatu produk mengalami perubahan harga dari produk yang satu ke produk yang lain.

Walaupun kondisi proses produksi diusahakan sama. Dengan demikian dalam produksi akan muncul kualitas yang beragam.

Proses produksi yang menghasilkan kualitas beragam perlu diawasi untuk memenuhi ciri-ciri tertentu, ini dinamakan proses dalam pengawasan mutu. Dalam hal ini proses dibiarkan terus berlangsung tanpa diganggu, akan tetapi apabila proses yang terjadi keluar dari batas yang ditentukan maka perlu dicari penyebabnya dan diusahakan agar stabil kembali untuk dapat diproduksi.

Pengendalian kualitas secara statistik merupakan suatu metode untuk memeriksa dan memelihara tingkat kualitas yang diinginkan dalam suatu produk atau proses yang telah ditentukan. Selanjutnya dapat digunakan sebagai standart pembanding, apakah kualitas yang dihasilkan proses dalam keadaan baik dalam artian sudah memenuhi standart yang telah ditetapkan atau belum, dan akan dilakukan tindakan bila terjadi penyimpangan dalam proses produksi.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

- (a). Penentuan standart, yaitu menentukan standart kualitas produksi sesuai dengan pesanan atau permintaan.

- (b). Konfirmasi, yaitu membandingkan hasil produksi dengan ukuran standart yang telah ditentukan.
- (c). Tindakan, yaitu mengambil tindakan bila hasil produksi tidak sesuai dengan standart, kemudian dicari penyebab terjadinya kerusakan atau cacat.
- (d). Rencana perbaikan, yaitu mengambil tindakan perbaikan setelah diketahui penyebab terjadinya cacat.

Pengawasan kualitas dalam suatu proses produksi sangat penting, karena hal ini dilakukan untuk menjamin mutu produksi yang diinginkan agar tetap dalam batas kontrol, sehingga selera pasar atau permintaan konsumen akan dapat terpenuhi.

2.3.3. Pengukuran Dalam Kualitas

Pengukuran terhadap kualitas dapat dikelompokkan menjadi tiga ketegori, yaitu:

1. Pengukuran yang bersifat atribut dapat dilihat secara fisik atau dapat diklasifikasikan menurut beberapa kategori, misalnya cacat atau tidak cacat.
2. Pengukuran yang bersifat variabel terukur yang terwujud. Biasanya pengukuran secara fisik dan nyata dapat dinyatakan dengan angka karena dapat dibedakan, ada urutan menurut besar, ada interval yang sama dan nol mutlak.
3. Pengukuran persepsi terhadap suatu kegiatan yang dialami seseorang dan hanya dapat dinyatakan dalam bentuk pendapat tentang sesuatu hal. Misalnya tentang kepuasan terhadap suatu pelayanan, apakah sesuai dengan harapan yang diinginkan dibandingkan dengan kenyataan yang diterima.

2.3.4. Konsep Variasi

Dalam proses pembuatan suatu produk, bagaimanapun baiknya dirancang untuk menghasilkan produk-produk yang identik, akan selalu terjadi variasi pada produk tersebut. Tanpa memandang tipe produk atau macam metode produksi yang digunakan, penyebab kerusakan itu adalah karena terdapatnya variasi, baik variasi proses pencampuran, kondisi mesin dan sebagainya.

Sebuah produk diputuskan tidak cacat bila karakteristik kualitas memenuhi standart tertentu dan cacat bila sebaliknya. Variabilitas pengukuran suatu produk dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu:

1. Variabilitas yang terjadi oleh sebab-sebab random (*Random Causes*).

Variabilitas jenis ini terjadi secara alami, penyimpangannya sulit dicari penyebabnya karena terjadinya secara kebetulan, tidak terjadi pada siklus yang berulang-ulang serta penyimpangannya tidak dapat diperbaiki walaupun operasi yang dijalankan dengan menggunakan bahan baku dan metode yang distandartkan.

Selama penyimpangan yang terjadi hanya disebabkan oleh sebab-sebab kebetulan, maka aktifitas produksi dikatakan masih dalam kondisi terkendali.

2. Variabilitas yang terjadi karena sebab-sebab yang dapat dicari penyebabnya (*Assignable Causes*).

Variabilitas jenis ini dapat dicari sumber penyebabnya, dimana penyimpangan akan dapat diperbaiki. Pada variasi ini, biasanya disebabkan oleh faktor-faktor produksi yang seringkali disebut dengan 4M + 1L, yaitu manusia, mesin, metode, *material* (Bahan baku) dan faktor

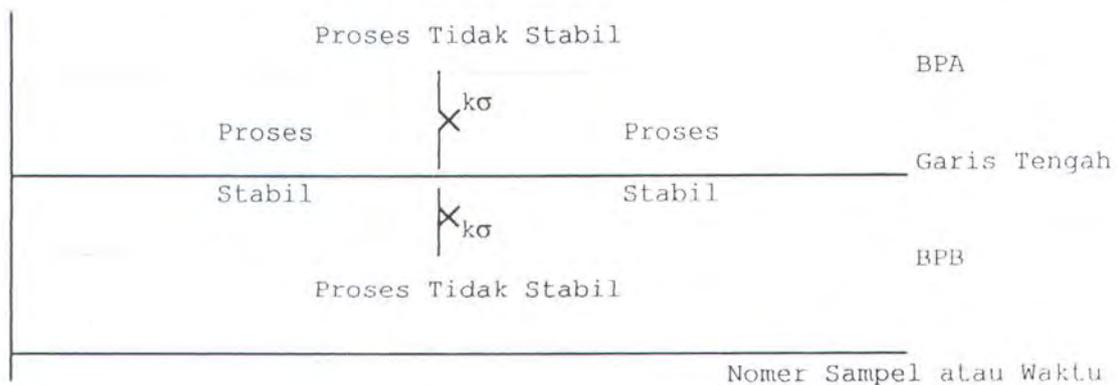
lingkungan seperti suhu, cahaya, kelembaman dan lain-lain. Jika variabilitas suatu proses yang terjadi dikarenakan oleh faktor yang dapat diduga sumbernya, maka aktivitas produksi tidak terkendali lagi.

2.4. Peta Kontrol

2.4.1. Definisi Peta Kontrol

Peta kontrol merupakan suatu alat statistik yang digunakan untuk mengevaluasi proses produksi yang berulang dengan cara mendeteksi jenis cacat yang terjadi dan berdasarkan pada prinsip variasi kualitas terjadi dan tidak dapat dipisahkan pada tiap proses.

Bentuk dasar dari peta kontrol ditunjukkan pada gambar 2.2 yang merupakan peragaan grafik suatu karakteristik kualitas yang telah dihitung atau diukur dari sampel terhadap nomer sampel atau waktu. Peta tersebut memuat garis tengah yang merupakan rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkontrol dan disertai dengan dua garis mendatar yaitu dinamakan Batas Pengendali Atas (BPA) dan Batas Pengendali Bawah (BPB). Garis batas tersebut didapatkan dari perhitungan data yang dihasilkan dari pencatatan suatu proses produksi yang masing-masing berjarak $k\sigma$ dari garis pusat.



Gambar 2.2. Grafik Peta Kontrol.

Jika titik-titik data pengamatan proses berada diantara BPA dan BPB, menyebar secara random serta tidak menunjukkan adanya pola trend tertentu maka hal ini merupakan indikasi bahwa proses yang diamati dalam kondisi terkontrol, sebaliknya jika diluar batas dan atau tidak menyebar secara random serta menunjukkan adanya pola tertentu, secara statistik proses dikatakan tidak terkontrol (tidak stabil).

2.4.2. Manfaat Peta Kontrol

Beberapa manfaat yang didapatkan dengan digunakannya peta kontrol pada dunia industri, adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan produktivitas. Penggunaan peta kontrol yang berhasil akan dapat mengurangi buangan atau pembuatan ulang yang merupakan penghambat produktivitas yang utama dalam setiap operasi. Jika pembuatan ulang dan buangan dapat dikurangi, maka biaya dapat berkurang, produktivitas naik dan kapasitas produksi juga meningkat.
2. Mengendalikan kualitas produk agar seragam dan memenuhi spesifikasi produk yang telah ditentukan.
3. Mengetahui penyimpangan-penyimpangan yang terjadi selama proses produksi berlangsung.
4. Melihat penyebab terjadinya penyimpangan kualitas produk.
5. Mengambil tindakan yang tepat dalam rangka mempertahankan kestabilan kualitas produk.
6. Memperoleh informasi mengenai kemampuan proses. Peta kontrol dapat memberikan informasi tentang nilai parameter proses yang penting dan stabilitasnya terhadap waktu. Hal ini memberikan taksiran kemampuan proses yang akan dibuat.

2.4.3. Batas Kontrol

Batas kontrol pada peta kontrol umumnya dihitung atas dasar rata-rata ± 3 kali standar deviasi atau nilai tengah $\pm 3\sigma$. Penggunaan $\pm 3\sigma$ dari nilai rata-rata merupakan keseimbangan yang baik dalam dunia industri untuk mengatasi resiko-resiko antara produsen dan konsumen.

Jika suatu hasil pengukuran mempunyai distribusi normal dengan mean \bar{X} dan deviasi standart σ , maka probabilitas suatu hasil pengukuran yang terletak dalam interval $\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \sigma$ dengan nilai $Z_{\alpha/2}$ yang digunakan adalah seperti pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Prob. produk diterima dalam batas-batas nilai σ .

Nilai $\pm Z_{\alpha/2} \sigma$	Probabilitas Produk Diterima
$\pm \sigma$	0.7062
$\pm 2\sigma$	0.9546
$\pm 3\sigma$	0.9973
$\pm 4\sigma$	0.9994

Dari prinsip tersebut diatas dapat dijelaskan bahwa dengan menggunakan batas $\pm \sigma$ diharapkan 70.62% dari populasi pengamatan akan diterima jatuh dalam batas $\pm \sigma$ dan sebanyak 29.38% yang berada diluar batas kontrol. Jika digunakan batas $\pm 2\sigma$ diharapkan 95.46% dari populasi pengamatan akan jatuh dalam batas $\pm 2\sigma$ dan sebanyak 4.54% yang berada diluar batas kontrol. Sementara jika digunakan batas $\pm 3\sigma$ maka diharapkan 99.73% dari populasi pengamatan akan jatuh dalam batas $\pm 3\sigma$ dengan 0.27% yang berada diluar batas kontrol. Dan jika digunakan batas $\pm 4\sigma$ maka didapati 99.94% produk yang berada

dalam batas kontrol $\pm 4\sigma$ dan hanya sebesar 0.06% yang berada di luar batas kontrol.

Jika hal ini dikaitkan dengan ongkos, maka penggunaan batas kontrol yang kurang dari $\pm 3\sigma$ akan menghasilkan banyak produk cacat yang tidak sesuai spesifikasi, hal ini akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena produk ini tidak dapat digunakan (*Waste*) atau kalaupun dapat diproses ulang (*Rework*), maka akan dibutuhkan biaya perbaikan.

Sedangkan jika menggunakan batas kontrol lebih dari $\pm 3\sigma$ akan didapatkan produk yang hampir 100% berada dalam batas kontrol. Hal ini membutuhkan tingkat ketrampilan operator yang tinggi, bahan baku yang berkualitas tinggi dan mesin yang kondisi operasinya selalu baik, semua ini membutuhkan biaya operasi tinggi. Berdasarkan pertimbangan inilah maka penggunaan batas $\pm 3\sigma$ dianggap paling seimbang.

2.4.4. Membaca Peta Kontrol

Hal terpenting dalam mengendalikan proses adalah memahami keadaan proses secara teliti dengan membaca peta kontrol dan segera mengambil tindakan yang tepat jika sesuatu yang tidak biasa terjadi dalam proses. Apakah suatu proses dikatakan terkendali atau tidak ditentukan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Keluar Batas Kontrol

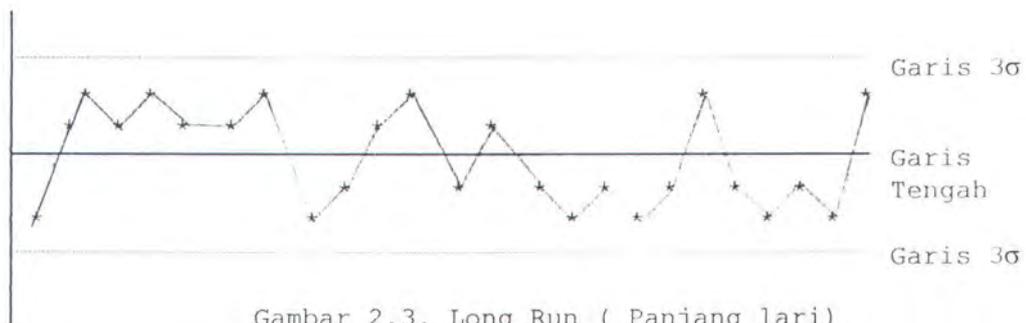
Jika titik-titik pengamatan berada diluar batas kontrol maka proses dikatakan tidak terkontrol.

2. Lari (Run)

Keadaan dimana titik-titik terjadi secara kontinu pada satu sisi garis pusat dan jumlah titik-titik disebut panjang run.

Tujuh titik panjang run ditentukan sebagai tidak normal. Walaupun jika panjang run dibawah 6, kasus berikut ditentukan sebagai tidak normal :

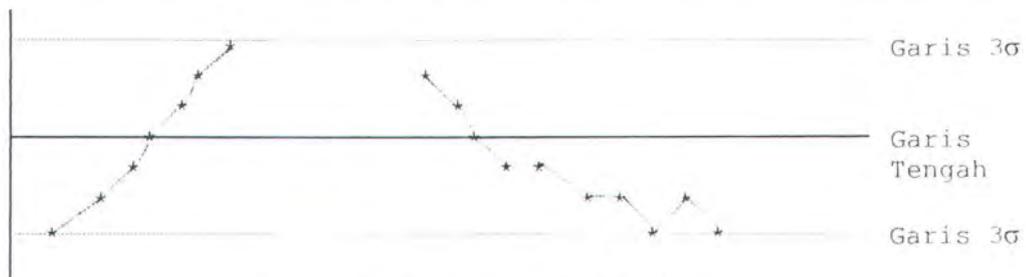
- Paling sedikit 10 dari 11 titik yang berurutan terjadi pada satu sisi garis tengah.
- Paling sedikit 12 dari 14 titik yang berurutan terjadi pada satu sisi garis tengah.
- Paling sedikit 16 dari 20 titik yang berurutan terjadi pada satu sisi garis tengah.



Gambar 2.3. Long Run (Panjang lari)

3. Kecenderungan

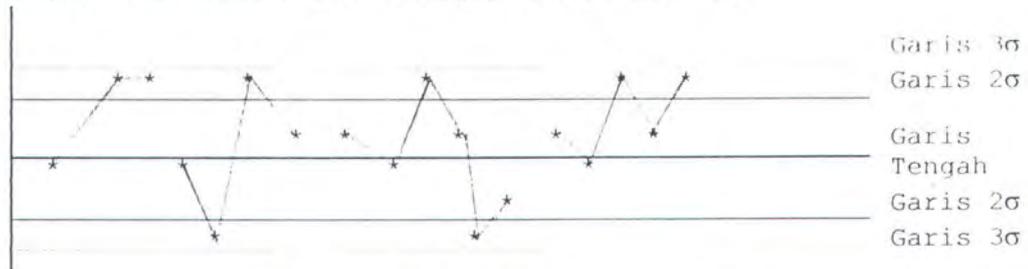
Jika titik-titik pengamatan membentuk kurva kontinu keatas atau kebawah, hal ini dikatakan mempunyai kecenderungan.



Gambar 2.4. Pola Kecenderungan

4. Mendekati Garis Kontrol

Memperhatikan titik-titik yang mendekati batas kontrol 2 sigma, jika 2 dari 3 titik terjadi diluar garis-garis 2 sigma maka kasus ini dinggap tidak normal.

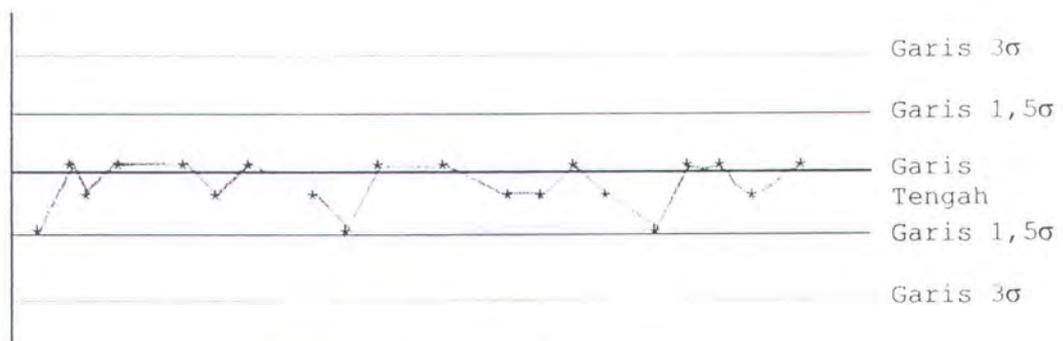


Gambar 2.5. Mendekati Garis Kontrol

5. Mendekati Garis Tengah

Jika kebanyakan titik terletak didalam $1,5 \sigma$ dari garis tengah, maka proses tidak terkontrol. Mendekati garis tengah tidak berarti proses dalam keadaan terkontrol, tetapi karena terdapatnya data dari populasi yang berbeda dalam subgrup, sehingga batas kontrol terlalu lebar.

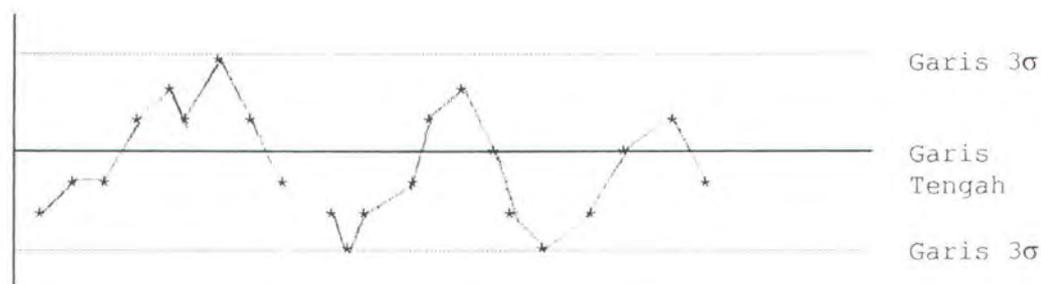
Dalam situasi ini maka diperlukan untuk mengubah cara dalam menentukan subgrup.



Gambar 2.6. Mendekati Garis Tengah

6. Gerak Periodik

Jika kurva berulang-ulang menunjukkan kecenderungan naik atau turun pada selang yang sama, maka hal ini juga tidak normal.



Gambar 2.7. Gerak Periodik

2.4.5. Tipe-tipe Peta Kontrol

Terdapat beberapa peta kontrol yang sudah biasa digunakan dalam dunia industri. Secara garis besar peta kontrol dapat diklasifikasikan kedalam dua tipe umum yaitu:

1. Peta kontrol untuk pemeriksaan dengan atribut.

Digunakan untuk mengendalikan kualitas suatu produk dengan pendataan karakteristik kualitas secara kualitatif. Peta kontrol ini menggunakan skala pengukuran nominal.

Macam peta kontrol jenis ini adalah:

- ✱ Peta P (Untuk bagian tak sesuai).
 - ✱ Peta np (Untuk jumlah unit tak sesuai).
 - ✱ Peta C (Pengendali jumlah cacat dalam satu produk).
 - ✱ Peta U (Pengendali jumlah cacat tiap unit pengamatan).
2. Peta kontrol untuk pemeriksaan dengan variabel.

Digunakan apabila karakteristik kualitas dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan. Misalnya berdasarkan dimensinya seperti berat, kekuatan dan sebagainya.

Macam peta kontrol jenis ini antara lain adalah:

- ✱ Peta \bar{X}
- ✱ Peta R
- ✱ Peta S

Dalam penelitian ini akan digunakan peta kontrol C karena jenis cacat dalam satu produk dimungkinkan lebih dari satu serta peta kontrol \bar{X} -R dan peta \bar{X} -S mengingat karakteristik mutu keramik ada yang berupa besaran yang dapat diukur.

2.4.6. Peta Kontrol C

Penggunaan peta kontrol ini didasarkan pada pengamatan penelitian yang dilakukan di bagian rak penyimpanan, dimana produk yang diamati berupa keramik lantai kering yang memiliki karakteristik cacat berupa atribut, sehingga metode inspeksi yang digunakan berdasarkan cacat atau tidak cacat (*Go no go*). Salah satu metode inspeksi yang menggambarkan variasi jumlah cacat pada evaluasi produk dimana besarnya tidak dapat diukur dapat diatasi dengan menggunakan peta kontrol-C.

Peta kontrol-C merupakan suatu grafik yang menggambarkan variasi jumlah cacat per unit produk dari suatu produksi dari waktu ke waktu. Perhitungan batas kontrol pada peta-C didasarkan pada prinsip distribusi *Poisson*, yakni :

$$P(X) = \frac{e^{-C} C^x}{X!} \quad X = 0, 1, 2, \dots \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

Penggunaan prinsip distribusi *Poisson* karena jumlah kesempatan untuk terjadinya cacat dalam setiap unit bisa tak terhingga, sementara itu probabilitas terjadinya cacat dalam satu areal dari satu unit produk sangat kecil, mendekati nol.

Peta kontrol untuk peta-C dengan batas 3-*sigma* adalah :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \\ \text{Garis Tengah} &= \bar{C} \\ \text{BPB} &= \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan:

Besaran c menyatakan jumlah cacat per unit.

\bar{C} : Rata-rata jumlah cacat per unit.

\sqrt{c} : Akar varians karakteristik.

Jika hitungan ini menghasilkan nilai BPB yang negatif, maka ambil BPB = 0.

Berikut, struktur data dan langkah-langkah yang diambil dalam membuat peta-C:

Tabel 2.2. Struktur data pada peta-c.

Pengamatan	Jenis Cacat				Jumlah Cacat
	X_1	X_2	.....	X_k	
1	X_{11}	X_{12}	.....	X_{1k}	C_1
2	X_{21}	X_{22}	.....	X_{2k}	C_2
3	X_{31}	X_{32}	.....	X_{3k}	C_3
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
n	X_{n1}	X_{n2}	.....	X_{nk}	C_n

$$\bar{C} = \sum C_i/n$$

Langkah-langkah dalam pembuatan peta-C :

1. Kumpulkan data sejumlah unit n dan jumlah cacat, dimana kondisi unit produk dan ukuran sampel yang diambil adalah sama.
2. Tentukan rata-rata jumlah cacat per unit dengan rumus 2.2.
3. Hitung batas kendali peta-C seperti pada persamaan (2-2).
4. Buat garis vertikal disebelah kiri digunakan untuk nilai statistik C dan garis horisontal untuk angka sub grup (Tanggal, hari, jam dan sebagainya).

2.4.6.1. Interpretasi Peta-C

Suatu proses dikatakan terkontrol apabila semua titik pengamatan berada didalam batas kontrol, tetapi dengan catatan

titik-titik pengamatan tersebut menyebar secara merata. Jika dalam penyebaran titik-titik tersebut membentuk pola-pola yang mencurigakan seperti *trend*, pola siklis atau menggerombol di satu sisi maka perlu dicari penyebabnya, karena hal ini merupakan indikasi keadaan tidak terkendali.

Sedangkan jika terdapat titik-titik pengamatan yang berada diluar batas kontrol maka terdapat indikasi bahwa proses dalam kondisi tidak terkontrol setelah penyebab terduga diketahui. Jika titik-titik tersebut terjadi karena salah satu dari faktor 4M + 1L maka variasi yang terjadi adalah karena sumber yang dapat dicari penyebabnya (*Assignable Causes*). Untuk mencari standart proses maka titik tersebut perlu dikeluarkan dari pengamatan karena dalam menentukan standart proses harus dalam kondisi terkontrol.

2.4.7. Grafik Pengendali \bar{X} dan R

Penggunaan peta kontrol ini didasarkan pada pengamatan yang dilakukan setelah keramik melalui proses perendaman, dimana inspeksi dilakukan pada pengukuran berat (Kg) dan kuat lentur keramik lantai (Kg/Cm²). Sehingga merupakan karakteristik kualitas keramik lantai yang bersifat variabel yang dapat diukur. Jika karakteristik kualitas yang terjadi dapat diukur serta dapat dinyatakan dalam bilangan, maka peta kontrol yang digunakan adalah peta \bar{X} dan R.

Peta kontrol \bar{X} adalah peta kontrol variabel yang menggambarkan variasi rata-rata sampel yang diambil dari lot-lot produksi. Variasi akan berada di sekitar garis sentral

(Nilai tengah) yang dinyatakan oleh \bar{X} dan dibatasi oleh BPA dan BPB disisi lain yang besarnya :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= \bar{X} + 3\sigma_x \\ \text{Garis Tengah} &= \bar{X} \\ \text{BPB} &= \bar{X} - 3\sigma_x \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

dimana \bar{X} : Rata-rata dari rata-rata sampel dalam tiap subgrup
 n : Ukuran dari subgrup.

Nilai σ_x adalah standart deviasi dari rata-rata tiap subgrup yang besarnya sama dengan σ/\sqrt{n} .

Struktur data untuk persamaan (2-3) dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3. Struktur data pada peta \bar{X} dan R.

No. Sampel	Pemeriksaan				Rata - rata	Range
	X_1	X_2	.....	X_n		
1	X_{11}	X_{12}	.....	X_{1n}	\bar{X}_1	R_1
2	X_{21}	X_{22}	.....	X_{2n}	\bar{X}_2	R_2
3	X_{31}	X_{32}	.....	X_{3n}	\bar{X}_3	R_3
:	:	:		:	:	:
:	:	:		:	:	:
k	X_{k1}	X_{k2}	.....	X_{kn}	\bar{X}_k	R_k
					$\sum \bar{X}$	$\sum R$
					$\bar{\bar{X}} = \sum \bar{X} / k$	$\bar{R} = \sum R / k$

Karena dalam kenyataannya standart deviasi dari populasi sulit diketahui maka harus ditaksir dengan standart deviasi dari rentang k sampel. Misalkan R_1, R_2, \dots, R_k adalah rentang k sampel itu, dengan rentang rata-ratanya adalah:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad \dots\dots\dots (2-4)$$

(a). Data yang didapat dengan teknik yang sama dibentuk dalam satu subgrup.

(b). Satu grup tidak memuat data dari lot yang berbeda. Data dibagi menjadi subgrup-subgrup sesuai dengan tanggal, lot, hari, jam dan sebagainya.

Beri tanda n pada jumlah sampel dalam sub grup dan tanda k untuk jumlah subgrup-subgrup.

3. Hitung rata-rata \bar{X} untuk setiap subgrup:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad \dots\dots\dots (2-10)$$

4. Hitung rata-rata $\bar{\bar{X}}$ dengan membagi jumlah seluruh rata-rata subgrup dengan banyaknya subgrup:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k} \quad \dots\dots\dots (2-11)$$

5. Hitung jangkauan setiap subgrup (R):

$$R = X_{maks} - X_{min} \quad \dots\dots\dots (2-12)$$

6. Hitung rata-rata R dari jangkauan dengan cara membagi setiap subgrup dengan jumlah subgrup (k):

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad \dots\dots\dots (2-13)$$

7. Lakukan perhitungan garis kendali, hitung setiap garis kendali untuk peta- \bar{X} seperti pada rumus (2-7) dan peta-R seperti pada rumus (2-9).

8. Buat garis vertikal disebelah kiri, digunakan untuk nilai statistik \bar{X} dan R. Kemudian buat garis horisontal yang digunakan untuk nomer-nomer sub grup. Dan setelah itu beri tanda setiap titik pada peta.

2.4.7.1. Interpretasi Peta \bar{X} dan R

Dalam menginterpretasikan pola pada peta- \bar{X} , pertama harus diketahui kondisi variabilitas proses melalui peta-R, karena batas pengendali pada peta- \bar{X} tergantung pada variabilitas proses. Jika peta-R menunjukkan kondisi tidak terkendali maka ada kecenderungan peta- \bar{X} juga menunjukkan kondisi proses tak terkontrol, sehingga untuk membuat peta kontrol \bar{X} dan R yang terbaik memulainya dengan grafik R. Apabila dalam peta-R menunjukkan banyak titik pengamatan jatuh diluar batas kontrol, maka hal ini menunjukkan bahwa proses dalam keadaan tidak terkontrol. Langkah awal untuk mengatasinya adalah memperbaiki peta-R dengan mencari faktor-faktor yang menjadi penyebab titik pengamatan berada diluar batas kontrol.

Jika peta \bar{X} dan R keduanya menunjukkan pola tak random, strategi terbaik adalah pertama-tama menghilangkan sebab-sebab terduga peta R. Dalam banyak hal, ini secara otomatis akan menghilangkan pola tak random pada grafik \bar{X} . Selanjutnya jika peta \bar{X} dan R menunjukkan variasi pengamatan dalam batas-batas kontrol, maka kondisi proses dikatakan terkontrol.

2.4.8. Peta Kontrol \bar{X} dan S

Apabila ukuran sampel n cukup besar. katakanlah $n > 10$ atau 12, maka metode rentang guna menaksir σ kehilangan efisiensi statistiknya. Dalam hal-hal seperti ini, yang terbaik adalah mengganti peta \bar{X} dan R yang biasa dengan

peta \bar{X} dan S, dengan standart proses ditaksir secara langsung tidak melalui R. Guna tujuan pengendalian, maka dari tiap himpunan bagian harus dihitung mean sampel \bar{X} dan deviasi standar sampel S.

Jika σ^2 variansi distribusi probabilistik yang tidak diketahui, maka penaksir tak bias untuk σ^2 adalah variansi sampel :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad \dots\dots\dots (2-14)$$

Jika distribusi yang melandasinya normal, sebenarnya S menaksir $C_4\sigma$, dengan C_4 suatu konstan yang tergantung pada ukuran sampel n. Selanjutnya, deviasi standar S adalah $\sigma\sqrt{1-C_4^2}$. Informasi ini dapat digunakan untuk membentuk grafik pengendali \bar{X} dan S untuk nilai standar σ yang diberikan. Sehingga batas pengendali 3 sigma bagi S adalah :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= C_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1-C_4^2} \\ \text{Garis Tengah} &= C_4 \\ \text{BPB} &= C_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1-C_4^2} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2-15)$$

Sudah menjadi kebiasaan untuk mendefinisikan dua konstan

$$B_5 = C_4 - 3\sqrt{1-C_4^2} \quad \dots\dots\dots (2-16)$$

dan

$$B_6 = C_4 + 3\sqrt{1-C_4^2} \quad \dots\dots\dots (2-17)$$

Dengan demikian, parameter grafik S dengan nilai standar bagi σ diketahui menjadi :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= B_6\sigma \\ \text{Garis Tengah} &= C_4\sigma \\ \text{BPB} &= B_5\sigma \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2-18)$$

Nilai-nilai B_5 dan B_6 ditabelkan dalam tabel faktor guna membentuk grafik variabel untuk berbagai ukuran himpunan bagian.

Jika nilai standar untuk σ tidak diberikan, maka ini harus ditaksir dengan menganalisa data yang lalu. Andaikan tersedia m sampel pendahuluan, masing-masing berukuran n , dan misalkan S_i deviasi standar sampel ke- i . Rata-rata m deviasi standar itu adalah :

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i \quad \dots\dots\dots (2-19)$$

Statistik \bar{S}/C_4 adalah penaksir tak bias untuk σ . Dengan demikian, parameter grafik S menjadi :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{C_4} \sqrt{1 - C_4^2} \\ \text{Garis Tengah} &= \bar{S} \\ \text{BPB} &= \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{C_4} \sqrt{1 - C_4^2} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2-20)$$

Jika dimisalkan

$$B_3 = 1 - 3/C_4 \sqrt{1 - C_4^2} \quad \dots\dots\dots (2-21)$$

$$B_4 = 1 + 3/C_4 \sqrt{1 - C_4^2} \quad \dots\dots\dots (2-22)$$

Dengan demikian, parameter grafik S dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= B_4 \bar{S} \\ \text{Garis Tengah} &= \bar{S} \\ \text{BPB} &= B_3 \bar{S} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2-23)$$

Dengan $B_4 = B_6/C_4$ dan $B_3 = B_5/C_4$.

Apabila \bar{S}/C_4 digunakan untuk menaksir σ , maka dapat didefinisikan batas pengendali grafik \bar{X} adalah :

$$\begin{aligned}
\text{BPA} &= \bar{X} + \frac{3\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}} \\
\text{Garis Tengah} &= \bar{X} \quad \dots\dots\dots (2-24) \\
\text{BPB} &= \bar{X} - \frac{3\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}}
\end{aligned}$$

Misalkan konstan $A_3 = 3/(C_4 \sqrt{n})$. Maka parameter grafik \bar{X} menjadi:

$$\begin{aligned}
\text{BPA} &= \bar{X} + A_3 \bar{S} \\
\text{Garis Tengah} &= \bar{X} \quad \dots\dots\dots (2-25) \\
\text{BPB} &= \bar{X} - A_3 \bar{S}
\end{aligned}$$

Konstanta B_3 , B_4 dan A_3 untuk membentuk grafik \bar{X} dan S dimuat dalam tabel faktor guna untuk membentuk grafik variabel untuk berbagai ukuran sampel.

2.5. Diagram Pareto

Dalam suatu rangkaian kegiatan proses produksi terdapat banyak sekali komponen yang menjadi sumber penyebab dari persoalan mutu yang dapat dievaluasi untuk perbaikan. Dalam tindakan perbaikan diperlukan informasi yang jelas, sumber mana yang banyak memberikan andil dalam perbaikan tersebut. Untuk itu dapat disusun berbagai sumber penyimpangan menurut persentasenya dengan menggunakan diagram pareto.

Diagram pareto adalah suatu grafik yang menggambarkan urutan-urutan masalah mulai dari prioritas tertinggi dari berbagai dugaan sumber penyebab. Adapun tujuan dari dibuatnya diagram ini adalah untuk mengidentifikasi sumber-sumber

masalah, sehingga jenis masalah dapat dipecahkan dengan efisien.

Beberapa manfaat yang dapat disajikan dari penggunaan diagram pareto adalah :

1. Mampu menyusun permasalahan menurut bobotnya.
2. Dapat memberikan informasi dalam menyelesaikan suatu masalah.
3. Mampu membandingkan efektifitas suatu proses sebelum dan sesudah dilakukan suatu tindakan perbaikan.

2.6. Diagram Sebab Akibat

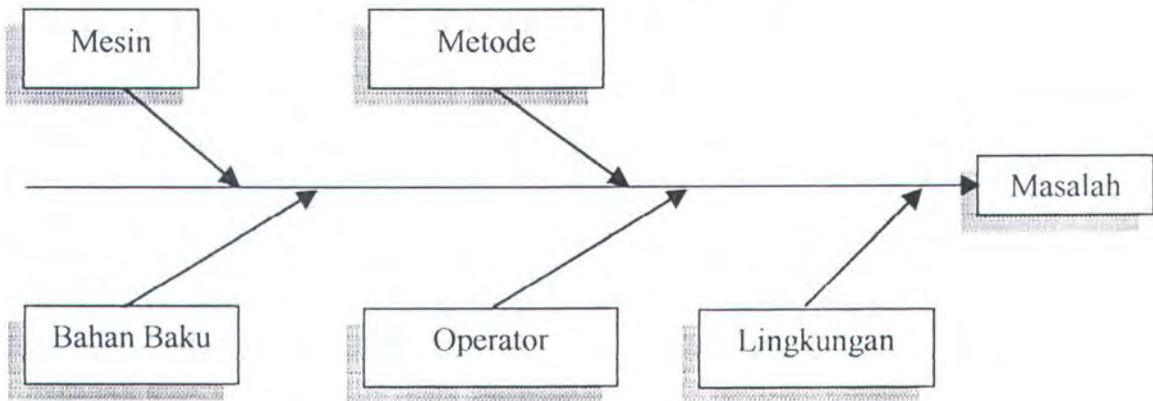
Diagram sebab akibat yang sering pula disebut diagram *ishikawa* berbentuk tulang ikan, merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Diagram disusun dengan suatu urutan dan dengan acuan berlangsungnya suatu proses. Penyebab yang sering timbul yang berkaitan langsung dengan kualitas misalnya, bahan baku, peralatan atau mesin, manusia (Operator), metode kerja dan lingkungan kerja.

Diagram sebab akibat dibuat dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya suatu masalah.

Sedangkan manfaat yang dapat diberikan dengan penggunaan diagram sebab akibat adalah :

1. Mampu mengidentifikasi sebab-sebab yang mungkin dari suatu masalah sehingga dapat diketahui sebab-sebab terjadinya suatu masalah.
2. Dapat membantu mengantisipasi suatu masalah sehingga kontrol yang sesuai dapat diimplementasikan.

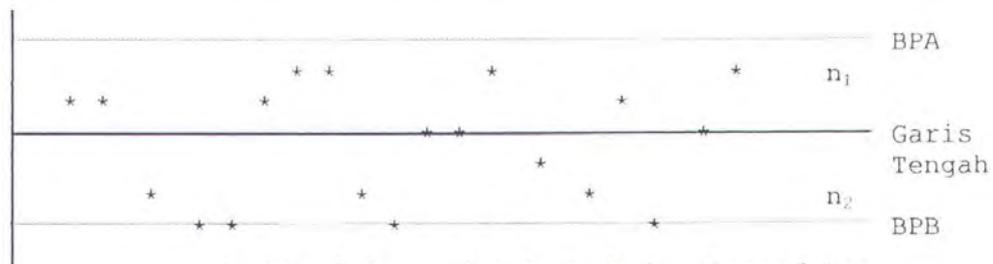
Bentuk diagram sebab akibat adalah seperti berikut:



Gambar 2.8. Diagram Sebab Akibat.

2.7. Tes Kerandoman

Untuk mengetahui apakah penyebaran dari titik pengamatan pada waktu pengambilan data ini random atau tidak random, maka perlu dilakukan tes kerandoman.

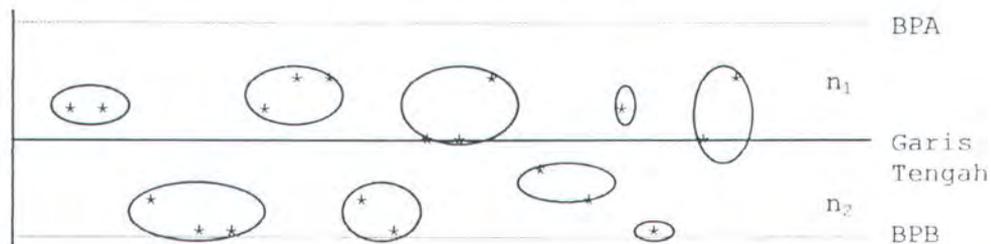


Gambar 2.9. n_1 dan n_2 pada tes kerandoman.

Prosedur dari tes kerandoman ini adalah sebagai berikut :

1. Hitung jumlah titik yang berada diatas center line (Garis tengah) dan beri tanda n_1 .
2. Hitung jumlah titik yang berada dibawah *center line* (Garis tengah) dan beri tanda n_2 .
3. Jika terdapat titik yang berada tepat pada garis tengah maka harus diperhatikan titik lain yang berada sebelum titik tersebut dan kedua titik tersebut dihubungkan.

- ⊛ Jika hubungan titik tersebut naik, maka titik yang berada tepat pada garis tengah dikategorikan titik yang berada diatas garis tengah.
 - ⊛ Jika hubungan titik tersebut turun, maka titik yang berada tepat pada garis tengah dikategorikan titik yang berada dibawah garis tengah.
4. Hitung jumlah run yang terjadi dan beri tanda r , dimana run yang terjadi adalah satu atau lebih titik yang hanya berada pada satu sisi saja dari garis tengah.



Gambar 2.10. Run r pada tes kerandoman.

5. Dengan menggunakan tabel harga-harga kritis untuk uji rangkaian dapat diketahui harga dari r_1 dan r_u dengan syarat n_1 dan n_2 diketahui.
6. Penyebaran dari titik pengamatan tersebut dikatakan random, jika $r_1 < r < r_u$.

dimana :

r_1 : Nilai kritis bawah.

r_u : Nilai kritis atas.

r : Jumlah run.

7. Apabila n_1 dan n_2 tidak diketahui (Karena jumlah $n > 20$) maka kita tidak dapat menggunakan tabel harga-harga kritis untuk uji rangkaian, sehingga perhitungan untuk sampel yang besar adalah :

$$Z_{hitung} = \frac{r - \left[\frac{(2n_1n_2)}{n_1 + n_2} + 1 \right]}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}} \dots\dots\dots (2-26)$$

8. Sebelumnya, hipotesis dari tes kerandoman ini adalah :

H_0 : Pola perolehan kedua kelompok (Tipe) pengamatan ditentukan melalui suatu proses acak.

H_1 : Pola perolehan tidak acak.

Kesimpulan : Untuk nilai n_1 dan n_2 yang lebih besar dari 20 maka H_0 ditolak jika $Z_{hitung} > Z_{tabel}$.

2.8. Uji Kesesuaian Distribusi Normal

Uji kesesuaian distribusi normal dilakukan untuk memperkuat dugaan bahwa data yang terkumpul berdistribusi normal. Berdasarkan data yang diperoleh umumnya dapat menggunakan dua uji statistika yaitu uji *chi square* dan uji *kolmogorov smirnov*. Namun uji *chi square* dirancang untuk penggunaan data nominal, sehingga pada penelitian ini digunakan uji *kolmogorov smirnov* karena data yang terkumpul bersifat kontinu.

Jika X_1, X_2, \dots, X_n adalah variabel random berukuran n dari fungsi distribusi yang belum diketahui dan dinyatakan dengan $F(x)$, dan jika diandaikan $F_0(x)$ sebagai fungsi distribusi yang dihipotesiskan (Fungsi komulatif) sedang $S(x)$ menyatakan distribusi sampel (Empirik), maka uji kesesuaian *kolmogorov smirnov* adalah menegaskan apakah kurangnya kesesuaian antara $F_0(x)$ dan $S(x)$ menandai keraguan terhadap hipotesis nol yang menyatakan bahwa $F_0(x) = F(x)$.

Hipotesa :

$H_0 : F_0(x) = F(x)$ untuk semua nilai x .

$H_1 : F_0(x) \neq F(x)$ untuk sekurang-kurangnya sebuah nilai x .

Statistik Uji :

Andaikan $S(x)$ menyatakan fungsi distribusi sampel (Empirik) atau dengan kata lain $S(x)$ merupakan proporsi nilai-nilai pengamatan dalam sampel yang kurang dari atau sama dengan x .

Uji dua sisi statistik adalah :

$$D = \text{Sup } S(x) - F_0(x)$$

Dimana dapat kita baca "D sama dengan supremus, untuk semua x , dari nilai mutlak beda $S(x) - F_0(x)$ ".

Kaidah pengambilan keputusan :

H_0 (Hipotesa dugaan) ditolak pada taraf nyata α jika statistik uji yang diamati (D) lebih besar dari kuantil $1-\alpha$ yang terdapat pada tabel *kolmogorov smirnov* (lampiran 19).

2.9. Analisis Kemampuan Proses

Teknik statistik dapat berguna sepanjang putaran produk, termasuk aktivitas pengembangan sebelum produksi, untuk analisis variabilitas relatif terhadap spesifikasi produk dan untuk membantu pengembangan produksi dalam menghilangkan atau mengurangi dengan banyak variabilitas ini, aktivitas ini disebut kemampuan proses.

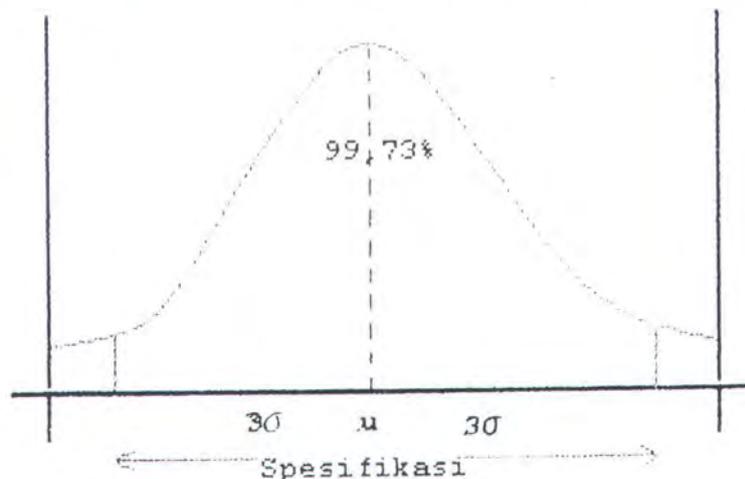
Jika suatu proses dalam keadaan terkendali secara statistik belum tentu proses kapabel. Suatu proses dikatakan kapabel selain memenuhi batas-batas spesifikasi, juga harus mempunyai tingkat *presisi* dan *akurasi* yang tinggi. Sehingga tujuan utama dari pengendalian proses secara statistik adalah

untuk meminimumkan variabilitas (Presisi tinggi) dan agar proses mencapai target (Akurasi tinggi) sesuai dengan yang diinginkan.

Presisi adalah ukuran kedekatan antara satu pengamatan dengan pengamatan lain yang ukurannya dapat ditunjukkan dengan variabilitas (σ), sedangkan akurasi adalah ukuran kedekatan hasil pengamatan dengan nilai target.

Distribusi karakteristik nilai-nilai pengukuran dari proses akan mengikuti distribusi normal. Proses mempunyai pusat (Nilai target untuk karakteristik) dan sebaran alamiah yang umumnya sebesar 6σ dengan luasan 99,73%. Selisih antara BSA dan BSB disebut lebar spesifikasi. Seperti terlihat pada gambar 2.11. dimana menunjukkan proses yang karakteristik kualitasnya berdistribusi normal dengan mean μ dan standart deviasi σ .

Batas spesifikasi atas (BSA) dan batas spesifikasi bawah (BSB), masing-masing jatuh pada $\mu + 3\sigma$ dan $\mu - 3\sigma$.



Gambar 2.11. Batas Spesifikasi Dalam Distribusi Normal.

Terdapat lima petunjuk sederhana yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan dari sebuah proses stabil dalam

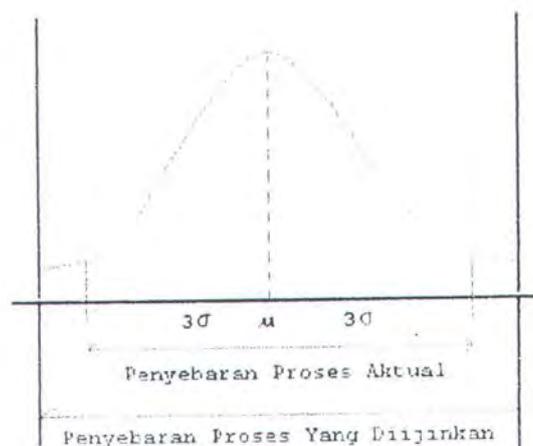
menghasilkan bagian-bagian dalam batas spesifikasi, antara lain:

1. C_p : Indeks kemampuan proses.
2. C_{pu} : Indeks performans proses atas.
3. C_{pl} : Indeks performans proses bawah.
4. k : Indeks pemusatan proses.
5. C_{pk} : Indeks performans proses.

Metode terbaik untuk mempertahankan sebuah "Capable process" adalah melakukan tindakan koreksi atas tanda-tanda *out of control* pada peta kontrol dan menghilangkan penyebab-penyebab khususnya. Ada dua indikator yang dipakai untuk mengukur kemampuan proses yaitu menggunakan C_p dan C_{pk} .

1. Indeks Kemampuan Proses

Indeks kemampuan proses (C_p) sering juga disebut indeks potensial proses yang nilainya tergantung pada variabilitas proses aktual. Nilai C_p merupakan rasio antara penyebaran proses yang diijinkan dengan penyebaran proses aktual (Tingkat presisi proses).



Gambar 2.12. Penyebaran Proses.

Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad \dots\dots\dots (2-27)$$

$$C_{p1} = \frac{BSA - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{p2} = \frac{\bar{X} - BSB}{3\sigma}$$

dimana : BSA = Batas spesifikasi atas.

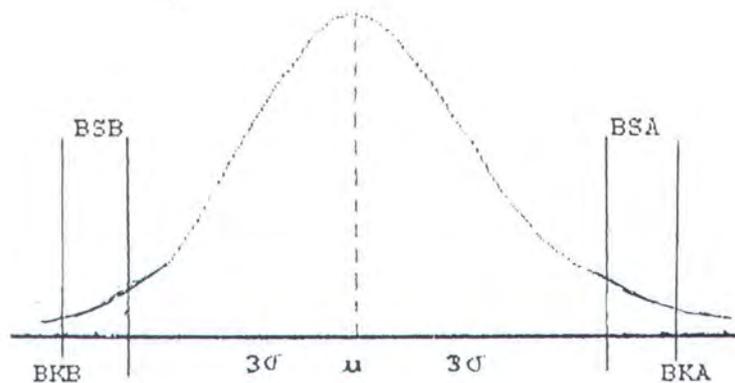
BSB = Batas spesifikasi bawah.

σ = Standart deviasi proses aktual.

Nilai C_p akan besar jika variabilitas proses kecil, artinya jika indeks C_p besar maka tingkat prosisi tinggi.

Terdapat tiga kejadian yang berkenaan dengan indeks C_p , yaitu:

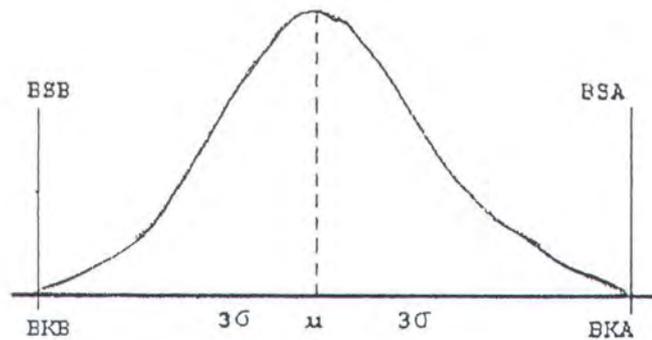
1. $C_p < 1$; jika nilai C_p pada posisi ini maka batas spesifikasi perusahaan lebih kecil dari pada sebaran data pengamatan. Dalam hal ini proses dikatakan dalam keadaan kurang baik atau tidak kapabel, karena banyak produk yang kualitasnya berada diluar batas spesifikasi (Variabilitas terlalu besar). Perbaikan proses harus dilakukan agar nilai C_p mampu menjadi besar.



Gambar 2.13. Nilai $C_p < 1$

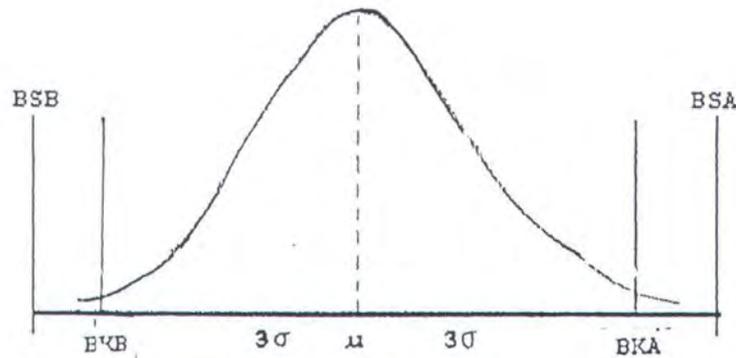
2. $C_p = 1$, pada kondisi ini maka batas spesifikasi perusahaan sama dengan sebaran data pengamatan. Dalam hal ini proses

dikatakan dalam keadaan baik, tetapi masih perlu ditingkatkan kualitasnya.



Gambar 2.14. Nilai $C_p=1$

3. $C_p > 1$, maka batas spesifikasi perusahaan lebih dari sebaran data pengamatan. Dalam hal ini proses sudah baik tetapi perbaikan proses secara terus menerus masih tetap dilakukan.



Gambar 2.15. Nilai $C_p > 1$

2. Indeks Performansi Proses

Jika indeks C_p dapat digunakan untuk menyatakan tingkat presisi, maka indeks performansi proses (C_{pk}) dapat digunakan untuk menyatakan tingkat akurasi dan presisi sekaligus karena nilai C_{pk} dipengaruhi oleh ukuran lokasi dan variabilitas proses. Hal ini dapat dilihat dari rumus untuk C_{pk} , yaitu :

$$C_{pk} = \frac{|\text{Batas Spesifikasi Terdekat} - \bar{X}|}{3\sigma} \dots\dots\dots (2-28)$$

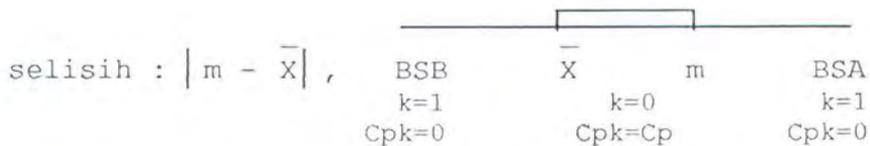
Nilai Cpk juga dapat dinyatakan dalam bentuk lain, yaitu :

$$C_{pk} = C_p (1 - k) \quad \dots\dots\dots (2-29)$$

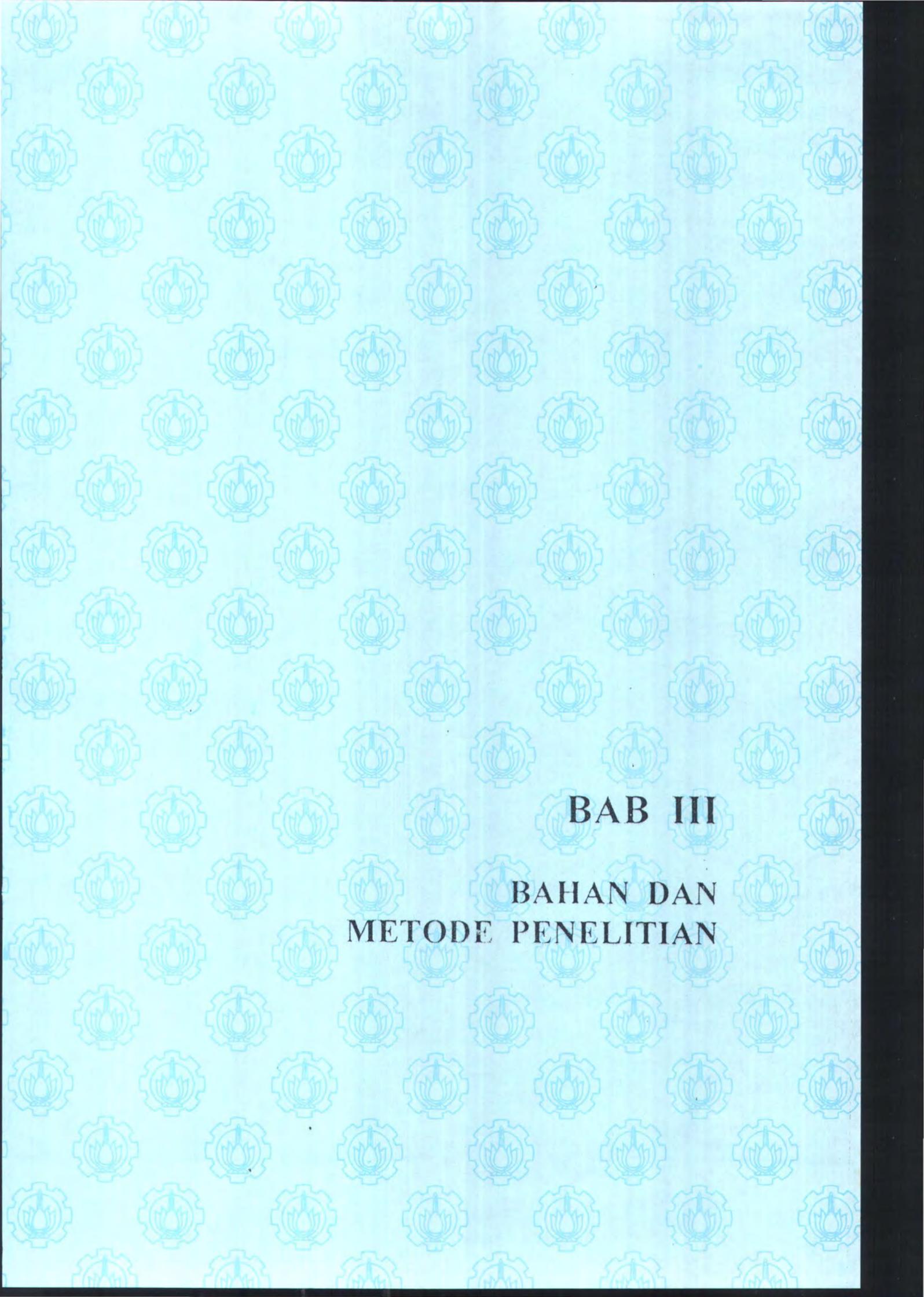
dengan :

$$k = \frac{2 \left| m - \bar{x} \right|}{BSA - BSB} \quad \dots\dots\dots (2-30)$$

$$m = \frac{BSA + BSB}{2} \quad \dots\dots\dots (2-31)$$



Berdasarkan persamaan (2-30) harga $k = 0$ pada saat proses tepat terpusat ($m - \bar{X}$) dan ketika rata-rata proses terletak pada salah satu batas spesifikasi maka nilai $k = 1$. Karena nilai $0 \leq k \leq 1$ maka nilai C_{pk} selalu kurang atau sama dengan nilai C_p (Performansi proses selalu kurang atau sama dengan potensial proses).



BAB III
BAHAN DAN
METODE PENELITIAN

BAB III

BAHAN DAN METODELOGI PENELITIAN

3.1. Variabel Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Mulia Keramik Bekasi – Jakarta Timur pada bagian produksi keramik lantai. Secara khusus pengamatan dilakukan pada proses penempatan ke rak penyimpanan setelah proses pembakaran dan setelah keramik lantai keluar dari bak rendam, karena karakteristik kualitas keramik lantai akan tampak setelah pada kedua proses tersebut. Sebagai penunjang informasi maka juga dilakukan penelitian pada tiap tahap proses produksi yang lain karena kualitas produk keramik lantai dipengaruhi oleh kondisi tiap prosesnya.

1. Data penunjang analisis pada proses *milling*, *spray drier*, *press* adalah sebagai berikut :

- a. Pada proses *milling* dan *spray drier*, pengamatan dilakukan dengan pencatatan residu dari *slip*.
- b. Pada proses *press* di mesin *press*, pengamatan dilakukan dengan pencatatan lama tekan mesin dan besar tekanan mesin yang diberikan.
- c. Pada rak penyimpanan (inspeksi akhir), pengamatan dilakukan dengan pencatatan jenis-jenis cacat yang terjadi pada keramik lantai.

2. Data karakteristik kualitas yang diamati pada proses penempatan ke rak penyimpanan setelah proses *Kiln*, antara lain :

1. Permukaan kasar atau tidak rata.
2. Retak.
3. Cuwil / gopel.

3.2. Metode Pengambilan Data

Sebanyak mungkin pengambilan data merupakan suatu cara terbaik untuk memperoleh keakuratan penelitian, karena nilai statistik yang didapat mendekati parameter populasi. Tetapi dalam kenyataan seringkali banyak terdapat hambatan dalam pengambilan data seperti ini. Beberapa hambatan yang terjadi misalnya keterbatasan waktu, biaya dan tenaga peneliti serta hambatan lainnya. Untuk itulah metode pengambilan sampel perlu digunakan sebagai salah satu alternatif untuk kecukupan data. Pengambilan data seperti berikut ini :

A. Milling

Waktu pengamatan : 18 September 2000 - 14 Oktober 2000

Pada shift I : 07.30 - 12.00 WIB

Komponen yang diamati : Residu dari campuran bahan dan formula.

Dalam shift I = ± 20 campuran

Jumlah sampel : 5 campuran / shift I

Tabel.3.1. Data hasil residu pada proses milling

Hari	Campuran 1	Campuran 2	Campuran 3	Campuran 4	Campuran 5
1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅
3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
31	X ₃₁₁	X ₃₁₂	X ₃₁₃	X ₃₁₄	X ₃₁₅

B. Spray Drier

Waktu pengamatan : 18 September 2000 - 14 Oktober 2000

Pada shift I : 07.00 - 12.00 WIB

Komponen yang diamati : Residu dari campuran bahan dan formula.

Dalam shift I = ± 20 campuran

Jumlah sampel : 5 campuran / shift I

Tabel 3.2. Data hasil residu pada proses spray drier

Hari	Campuran 1	Campuran 2	Campuran 3	Campuran 4	Campuran 5
1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅
3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
31	X ₃₁₁	X ₃₁₂	X ₃₁₃	X ₃₁₄	X ₃₁₅

C. Mesin Press

Waktu pengamatan : 18 September 2000 - 14 Oktober 2000

Komponen yang diamati : Lama tekanan mesin dan besar tekanan mesin.

Produksi = ± 75 keramik lantai / campuran

Jumlah sampel : 50 keramik / shift I

Tabel 3.3. Data waktu tekan dan besar tekanan pada mesin press.

Hari	Waktu Tekanan				Besar Tekanan			
	Peng.1	Peng.2	.....	Peng.50	Peng.1	Peng.2	....	Peng.50
1	X ₁₁	X ₁₂	.....	X ₁₅₀	X ₁₁	X ₁₂	.....	X ₁₅₀
2	X ₂₁	X ₂₂	.....	X ₂₅₀	X ₂₁	X ₂₂	.....	X ₂₅₀
3	X ₃₁	X ₃₂	.....	X ₃₅₀	X ₃₁	X ₃₂	.....	X ₃₅₀
:	:	:		:	:	:		:
:	:	:		:	:	:		:
:	:	:		:	:	:		:
31	X ₃₁₁	X ₃₁₂	.....	X ₃₁₅₀	X ₃₁₁	X ₃₁₂	.....	X ₃₁₅₀

Kesimpulan :

Nilai r pada $\alpha=5\%$ berada antara r_1 dan r_0 sehingga dapat dikatakan bahwa kedua tipe pengamatan waktu tekan pada mesin *press* diperoleh melalui suatu proses acak, atau penyebaran dari titik pengamatan dikatakan random.

4.3.1.2. Tes Kerandoman Pada Peta- \bar{X} Untuk Waktu Tekan

Berdasarkan peta- \bar{X} (lampiran 9) diperoleh bahwa jumlah titik pengamatan yang berada diatas garis tengah (n_1) sebanyak 17 titik sedangkan jumlah titik pengamatan yang berada dibawah garis tengah (n_2) berjumlah 14 titik dengan jumlah run (r)=15. Dengan menggunakan tabel uji rangkaian (lampiran 18) pada $\alpha=5\%$ didapatkan harga kritis bawah (r_1) untuk $n_1 = 17$ dan $n_2 = 14$ sama dengan 10 dan harga kritis atas (r_0) sama dengan 23. Dengan menggunakan pengujian hipotesa yaitu :

Hipotesa :

H_0 : Pola perolehan kedua tipe pengamatan waktu tekan ditentukan melalui suatu proses acak.

H_1 : Pola perolehan tidak acak.

Statistik Uji :

r_1 (Harga kritis bawah) = 10

r (Jumlah run) = 15

r_0 (Harga kritis atas) = 23

Sehingga dapat dikatakan bahwa $r_1 < r < r_0$

Kesimpulan :

Karena pada $\alpha=5\%$ nilai r berada antara harga kritis bawah dan harga kritis atas sehingga dapat dikatakan bahwa kedua tipe pengamatan waktu tekan pada mesin *press* diperoleh

melalui suatu proses acak, atau penyebaran dari titik pengamatan dikatakan random.

4.3.2. Uji Kesesuaian Distribusi Normal Waktu Tekan Pada Mesin Press

Langkah pengujian yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah data pengamatan mengikuti suatu sebaran normal atau tidak adalah:

Hipotesa :

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ untuk semua nilai x

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ untuk sekurang-kurangnya satu nilai x

Statistik Uji :

$$D_{\text{kolmogorov}} = 0,014$$

$$D_{\text{tabel}} \text{ untuk } n=1550 \text{ adalah } 1.36 / \sqrt{1550} = 0,0345$$

Nilai $D_{\text{kolmogorov}}$ dapat dilihat pada plot uji kenormalan waktu tekan pada mesin *press* (lampiran 10) yaitu sebesar 0,014, sedangkan nilai D_{tabel} dapat dilihat dari tabel nilai kuantil uji *kolmogorov smirnov* $(1-\alpha) = 0,95$ (lampiran 19) dengan $n=1550$ adalah sebesar 0,0345.

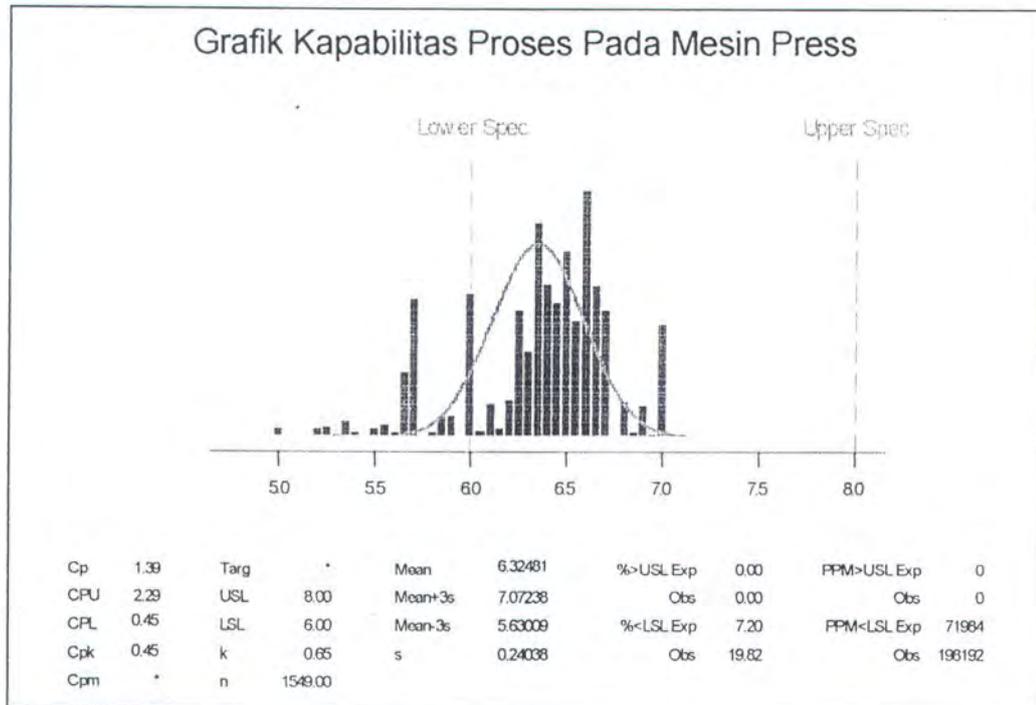
Kesimpulan :

Karena $D_{\text{kolmogorov}} < D_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima, dengan demikian dapat dikatakan bahwa data waktu tekan pada mesin *press* yang telah dikumpulkan berdistribusi normal seperti tampak pada plot normal (lampiran 10).

4.3.3. Analisa Kemampuan Proses Waktu Tekan Pada Mesin Press

Dengan mengacu pada kondisi proses yang terkontrol sebagaimana yang telah dicapai melalui analisis peta kontrol,

maka untuk selanjutnya dapat dilakukan analisis kemampuan proses untuk mengetahui seberapa besar kemampuan proses waktu tekan pada mesin *press*.



Gambar 4.10. Grafik kemampuan proses waktu tekan mesin *press*.

Pada grafik kemampuan proses (gambar 4.10) dapat dijelaskan bahwa jika dilihat dari nilai indeks potensial proses (C_p) yang menyatakan tingkat presisi, yaitu ukuran kedekatan antara satu pengamatan dengan pengamatan lainnya yang dapat diperoleh sebagai berikut :

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma}$$

$$= \frac{8 - 6}{6 \times 0,24008} = 1,388$$

Nilai potensial proses waktu tekan mesin *press* didapatkan sebesar 1,388 yang berarti nilai $C_p > 1$ atau dengan kata lain penyebaran proses aktual tidak boleh melebihi penyebaran proses yang diijinkan. Dari hasil perhitungan nilai C_p diatas terlihat bahwa nilai $C_p = 1,388 > 1$ sehingga proses waktu

tekan pada mesin *press* kapabel dengan tingkat presisi yang cukup baik. Sedangkan nilai C_{pk} (Indeks performansi proses) yang mampu menyatakan tingkat presisi dan akurasi yaitu ukuran kedekatan hasil pengamatan dengan nilai target dapat dihitung sebagai berikut :

$$C_{pk} = \frac{|\text{Batas Spesifikasi Terdekat} - \bar{X}|}{3\sigma}$$

$$= \frac{|6 - 6,3248|}{3 \times 0.24008} = 0,4509$$

Dari nilai C_{pk} yang dihasilkan dapat diartikan bahwa tingkat akurasi dari waktu tekan mesin *press* masih kurang, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.10. bahwa waktu tekan mesin *press* masih cukup jauh dari nilai target.

Persentase waktu tekan mesin *press* yang tidak memenuhi spesifikasi dapat dihitung sebagai berikut :

$$P(X < 5) + P(X > 8) = P(X < 5) + [1 - P(X < 8)]$$

$$= P\left[\frac{x - \mu}{\sigma} < \frac{5 - \mu}{\sigma}\right] + \left[1 - P\left[\frac{x - \mu}{\sigma} < \frac{8 - \mu}{\sigma}\right]\right]$$

$$= P\left[Z < \frac{5 - 6,30980}{0,44425}\right] + \left[1 - P\left[Z < \frac{8 - 6,30980}{0,44425}\right]\right]$$

$$= P[Z < -2,9483] + [1 - P(Z < 3,8046)]$$

$$= 0,0016 + (1 - 0,999)$$

$$= 0,0026$$

Yakni, sekitar 0,26% dari waktu tekan mesin *press* selama satu bulan akan berada di luar spesifikasi.

4.4. Evaluasi Proses Pada Mesin Press (Besar tekanan)

Peta-S digunakan untuk mengetahui variabilitas proses yang terjadi dalam setiap sampel dan batas kontrol pada peta

\bar{X} tergantung pada variabilitas proses, sehingga pembuatan peta kontrol dimulai dari peta-S. Berdasarkan data besar tekanan pada mesin *press* (lampiran 11) dengan $n=50$ maka diperoleh:

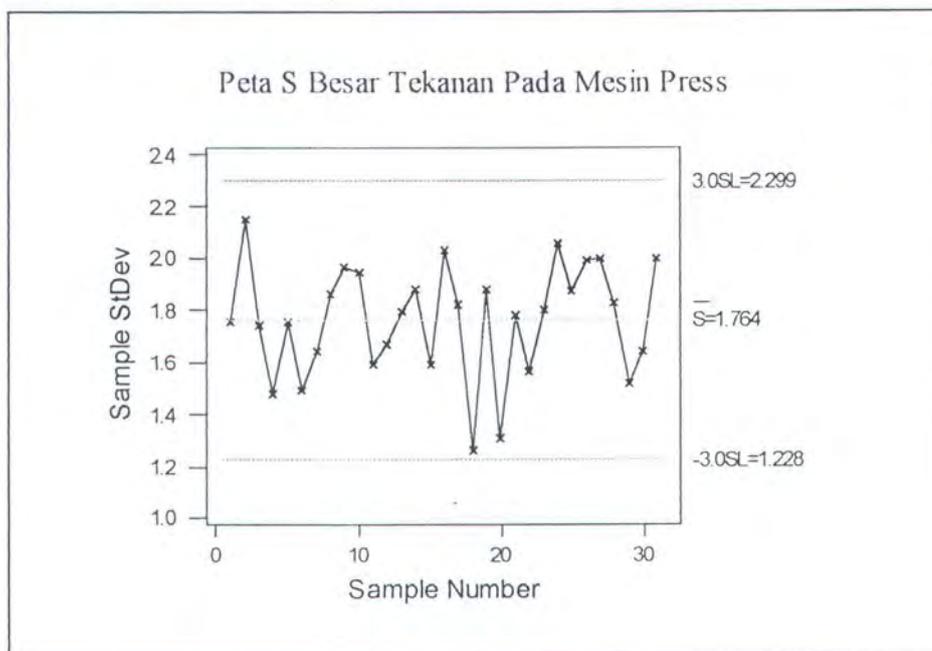
$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i = \frac{54,465}{31} = 1,7569$$

Untuk $n=50$, dengan melihat tabel faktor guna membentuk grafik pengendali variabel (lampiran 17) diperoleh nilai $B_1 = 0,6954$ dan $B_4 = 1,3046$, sehingga didapatkan batas kontrol atas dan bawah sebagai berikut :

$$BPA = B_4 \bar{S} = 2,29205$$

$$BPB = B_3 \bar{S} = 1,2217$$

dengan peta kontrol tampak pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Peta Kontrol S Besar Tekanan Pada Mesin *Press*.

Melihat peta-S dengan batas kontrol 3σ (gambar 4.11.) diatas maka dapat diartikan bahwa variabilitas proses dalam kondisi terkontrol, hal ini ditandai dengan masuknya semua nilai pengamatan dalam batas kontrol. Karena variabilitas

proses terkontrol maka langkah selanjutnya dapat dilakukan pembuatan peta- \bar{X} .

Dengan menggunakan peta kontrol \bar{X} diharapkan dapat diketahui penyebab variasi yang timbul. Berdasarkan data besar tekanan pada mesin *press* (lampiran 11), didapatkan :

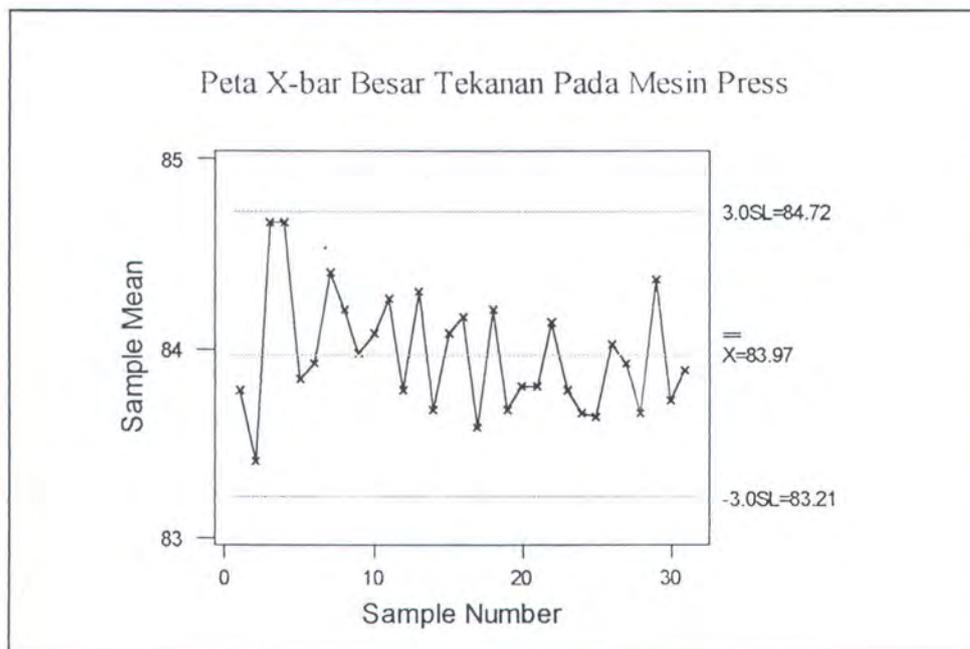
$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{24} = \frac{2603,7}{31} = 83,9903$$

Untuk $n=50$, dengan melihat tabel faktor guna membentuk grafik pengendali variabel (lampiran 17) diperoleh nilai $A_2 = 0,4264$ sehingga batas kontrol untuk peta- \bar{X} dapat ditentukan sebagai berikut:

$$BPA = \bar{X} + A_2\bar{S} = 83,9903 + 0,4264(1,7569) = 84,7394$$

$$BPB = \bar{X} - A_2\bar{S} = 83,9903 - 0,4264(1,7569) = 83,2412$$

dengan peta kontrol tampak pada gambar 4.12 berikut :



Gambar 4.12. Peta- \bar{X} Besar Tekanan Pada Mesin *Press*.

Terlihat pada peta kontrol \bar{X} (gambar 4.12) bahwa proses pemberian besar tekanan pada mesin *press* dalam kondisi terkontrol, hal ini ditandai dengan masuknya semua nilai pengamatan dalam batas kontrol, sehingga batas kontrol yang sekarang ini dapat digunakan sebagai acuan pada proses pengepressan selanjutnya.

4.4.1. Tes Kerandoman Besar Tekanan Pada Mesin *Press*

Untuk mengetahui apakah penyebaran dari titik pengamatan pada waktu pengambilan data besar tekanan pada mesin *press* random atau tidak maka dapat dilakukan tes kerandoman baik untuk peta- \bar{X} maupun peta-S.

4.4.1.1. Tes kerandoman pada peta-S untuk besar tekanan.

Melalui peta-S (lampiran 12) maka dapat ditemukan jumlah titik yang berada di atas garis tengah (n_1) sebanyak 18 titik dan yang berada di bawah garis tengah (n_2) berjumlah 13 titik dengan jumlah *run* (r) = 15. Dengan menggunakan tabel uji rangkaian (lampiran 18) pada $\alpha=5\%$ didapatkan harga kritis bawah (r_1) untuk $n_1 = 18$ dan $n_2 = 13$ sama dengan 10 dan harga kritis atas (r_2) sama dengan 22. Dengan menggunakan pengujian hipotesa yaitu :

Hipotesa :

H_0 : Pola perolehan kedua tipe pengamatan besar tekanan ditentukan melalui suatu proses acak.

H_1 : Pola perolehan tidak acak.

Statistik Uji :

r_1 (Harga kritis bawah) = 10

r (Jumlah run) = 15

r_u (Harga kritis atas) = 22

Sehingga dapat dikatakan bahwa $r_l < r < r_u$

Kesimpulan :

Karena pada $\alpha=5\%$ nilai r berada antara harga kritis bawah dan harga kritis atas sehingga dapat dikatakan bahwa kedua tipe pengamatan besar tekanan pada mesin *press* diperoleh melalui suatu proses acak, atau penyebaran dari titik pengamatan dikatakan random.

4.4.1.2. Tes Kerandoman Pada Peta- \bar{X} untuk besar tekanan

Berdasarkan peta- \bar{X} (lampiran 12) diperoleh bahwa jumlah titik pengamatan yang berada diatas garis tengah (n_1) sebanyak 14 titik sedangkan jumlah titik pengamatan yang berada dibawah garis tengah (n_2) berjumlah 17 titik dengan jumlah run (r)=17. Dengan menggunakan tabel uji rangkaian (lampiran 18) pada $\alpha=5\%$ didapatkan harga kritis bawah (r_l) untuk $n_1 = 14$ dan $n_2 = 17$ sama dengan 10 dan harga kritis atas (r_u) sama dengan 23. Dengan menggunakan pengujian hipotesa yaitu :

Hipotesa :

H_0 : Pola perolehan kedua tipe pengamatan besar tekanan ditentukan melalui suatu proses acak.

H_1 : Pola perolehan tidak acak.

Statistik Uji :

r_l (Harga kritis bawah) = 10

r (Jumlah run) = 17

r_u (Harga kritis atas) = 23

Sehingga dapat dikatakan bahwa $r_l < r < r_u$