

3100097008384

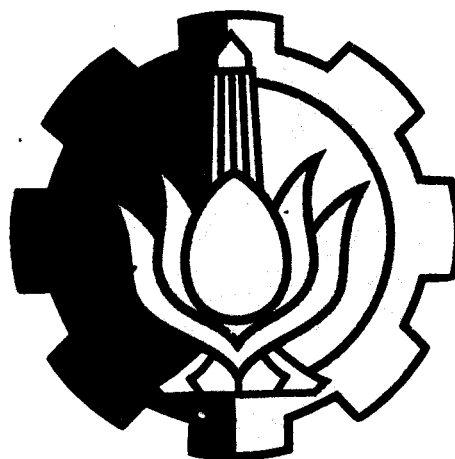
Anotasi

**APLIKASI PETA KONTROL DAN
DESAIN EKSPERIMEN FAKTORIAL
PADA PERBAIKAN KUALITAS PRODUK FCB
DI "PT. ANJA SAFARA", PATI**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Studi Strata Satu dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri*

RSI
658.562
Naw
a-1
1996



Disusun oleh :

MOCH. NAWAWI

NRP : 2590100045

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1996

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	16 DEC 1996
Terima Dari	ft
No. Agenda Pro.	6713

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

a/m



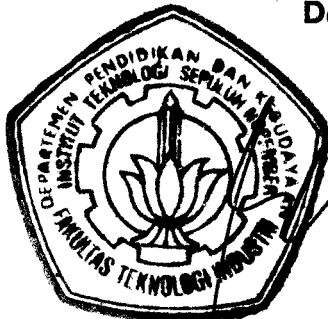
Ir. BUSTANUL ARIFIN NOER, M.Sc.

NIP. 131 841 927

Mengetahui

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a

Ketua,
Dekan FTI - ITS



Ir. SRITOMO WIGNJOSEBROTO, M.Sc.

NIP. 130 687 436

Sungguh beruntunglah orang-orang yang mesucikan jiwanya, dan sungguh merugilah orang-orang yang mengotorinya. (QS. As Syams 9-10)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, bimbingan serta kekuatan lahir dan batin kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan segala kemampuan yang ada.

Kepada pihak yang saya sebut dibawah ini saya ucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya :

1. Bapak Ir. Bustanul Arifin Noer, MSc , selaku pembimbing atas segala petunjuk-petunjuk, arahan-arahan serta bimbingannya
2. Bapak Ir. Bambang Susilo, kabag produksi yang memberikan informasi-informasi dan petunjuk selama melakukan penelitian di pabrik.
3. Bapak Ir. Patdono S, MEng , atas saran-saran dan referensinya.
4. Sobat-sobatku , Cucuk, Bayu yang memberikan dorongan dan spirit sehingga penyusun mempunyai semangat baru dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman satu kost yang nama-namanya terlalu banyak untuk disebutkan satu persatu

Penyusun menyadari sepenuhnya, banyak kekurangan yang dapat dijumpai dalam tugas akhir ini, meskipun penyusun telah berusaha keras dan mencurahkan segenap perhatian untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Dan akhirnya, sekali lagi kepada segenap pihak yang membantu terselesaikannya tugas akhir ini penyusun ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

ABSTRAKSI

Salah satu aspek yang sangat penting untuk diperhatikan oleh setiap perusahaan yang ingin tetap eksis dan berkembang, ditengah-tengah persaingan yang semakin ketat adalah aspek mutu. Mutu yang baik dapat dijadikan suatu faktor keunggulan perusahaan, yang dapat mengantarkan perusahaan meraih kemajuan dan keuntungan seperti yang direncanakan.

Untuk dapat menghasilkan produk dengan mutu baik, perlu diupayakan suatu prosedur pengendalian mutu yang baik, serta dapat diterapkan secara praktis pada perusahaan. Salah satu bentuknya adalah peta kontrol proses yang dapat digunakan untuk memonitor proses produksi, sehingga penyimpangan proses dapat dikendalikan sejak awal yang pada gilirannya akan dapat mengurangi produk yang cacat, yang berarti bahwa tingkat mutu keluaran proses menjadi lebih baik.

PT ANJA SAFARA, sebuah perusahaan penghasil kayu olahan saat ini menghadapi persoalan yang berkaitan dengan mutu produk yang dihasilkan. Meskipun pada kenyataannya, produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut sudah mampu menembus pasaran ekspor, namun komposisi grade yang dihasilkan menunjukkan bahwa proses yang sekarang ini berlangsung memiliki kinerja dan kemampuan yang masih bisa diperbaiki dan ditingkatkan.

Peta kontrol pada akhirnya hanya merupakan salah satu alat saja. Peningkatan kemampuan proses tak dapat dilakukan tanpa adanya komitmen dan dukungan pihak manajemen pabrik untuk secara terus-menerus melakukan evaluasi terhadap kondisi proses yang sekarang berlangsung untuk selanjutnya melakukan perbaikan dan penyempurnaan, sehingga dalam jangka panjang perbaikan kualitas produk benar-benar dapat dicapai.

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAKSI	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	I-1
1.2. Pokok Masalah	I-2
1.3. Tujuan Studi	I-3
1.4. Pentingnya Masalah	I-4
1.5. Batasan Masalah	I-5
1.6. Asumsi	I-5
1.7. Sistematika Penulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Pengendalian Kualitas Statistik	II-1
2.1.1. Arti Pengendalian Mutu	II-1
2.1.2. Proses Pengendalian Dan Perencanaan Mutu	II-3
2.1.3. Tujuan Pengendalian Mutu	II-7
2.1.4. Evolusi Pengendalian Mutu	II- 8
2.1.5. Pengertian Variasi Dalam Proses Produksi	II- 9
2.1.6. Peta Kontrol	II- 11
2.1.7. Langkah-langkah Pembuatan Peta Kontrol	II- 13
2.1.8. Keadaan Tak Terkendali Pada Peta X, atau P dan R	11- 19
2.1.9. Analisa Kemampuan Proses	II- 21

2.2	Pengambilan Sampel	II-22
2.3.	Desain Eksperimen	II- 25
2.4.	Rangkaian Penelitian	II- 30
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		III- 1
3.1.	Rancangan Penelitian	III- 1
3.1.1.	Identifikasi Karakteristik Mutu dan Cacat Pada Pembuatan FCB	III- 1
3.1.2.	Penentuan Karakteristik - Kualitas Yang Dikendalikan	III- 1
3.1.3.	Pembuatan Peta Kontrol Awal	III- 2
3.1.4.	Interprestasi Grafik Pengendali	III- 2
3.1.5.	Pembuatan Peta Kontrol Baku	III- 3
3.1.6.	Analisa Kemampuan Proses	III- 3
3.1.7..	Identifikasi Faktor Penentu Karakteristik Mutu Yang Dipilih	III- 4
3.2.	Metode Pengumpulan Data	III- 7
BAB IV. IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK KUALITAS FCB		IV- 1
4.1.	Data Umum Produk dan Proses Produksi FCB	IV- 1
4.1.1	Falcata Jointing Board (FCB)	IV- 1
4.1.2.	Proses Produksi FCB	IV- 3
4.2.	Identifikasi Karakteristik Mutu dan Cacat Yang Terjadi- Pada Pembuatan FCB	IV- 7
4.3.	Penentuan Karakteristik Kualitas Yang Dikendalikan	IV- 9
4.4.	Penentuan Proses Yang Diamati	IV-13
BAB V. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		V- 1
5.1.	Data Ketebalan FCB	V- 1
5.1.1.	Ketentuan Subgrup	V- 2
5.1.2.	Pengumpulan Data Ketebalan FCB	

5.1.3.	Pembuatan Peta Kontrol Awal Ketebalan FCB	V- 2
5.1.4.	Interprestasi Peta Kontrol Ketebalan FCB	V- 2
5.1.5.	Pembentukan Peta Kontrol Baku Ketebalan FCB	V- 4
5.1.6.	Analisa Kemampuan Proses	V- 5
5.1.7.	Identifikasi Faktor Pembentuk Ketebalan FCB	V- 6
5.2.	Data Kadar Air FCB	V- 9
5.2.1.	Ketentuan Subgrup	V- 9
5.2.2.	Pengumpulan Data Kadar Air FCB	V- 10
5.2.3.	Pembuatan Peta Kontrol Awal Kadar Air FCB	V- 10
5.2.4.	Interprestasi Peta Kontrol Kadar Air FCB	V- 11
5.2.5.	Pembentukan Peta Kontrol Baku Kadar Air FCB	V- 12
5.2.6.	Analisa Kemampuan Proses	V- 13
5.2.7.	Identifikasi Faktor Pembentuk Kadar Air FCB	V- 14

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1.	Kesimpulan	VI- 1
6.2.	Saran	VI- 3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (Data dan Pengolahan Untuk Karakteristik Ketebalan)

LAMPIRAN B (Data dan Pengolahan Untuk Karakteristik Kadar Air)

TABEL

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu industri Indonesia yang memiliki peran penting bagi perekonomian Nasional, dan memiliki daya saing yang cukup tinggi di tengah-tengah pasaran internasional adalah industri kayu. Hal ini dapat dipahami, karena Indonesia memiliki persediaan kayu tropis, yang merupakan bahan baku utama yang dipakai dalam industri kayu tersebut dalam jumlah yang cukup besar. Ketersediaan bahan baku tersebut merupakan salah satu faktor penentu keunggulan produk industri kayu Indonesia dari negara-negara lain

Ekspor produk kayu Indonesia sudah meliputi pasar-pasar di Amerika, Jepang, Eropa, dan Timur Tengah. Pasar produk kayu yang paling penting adalah Amerika dan Jepang. Ini menunjukkan bahwa produk kayu dari Indonesia sudah diakui mutunya dan mampu bersaing dengan negara lain di pasar luar negeri. Namun yang masih menjadi bahan pertanyaan, apakah mutu yang dihasilkan oleh produsen produk kayu saat ini, sudah mencerminkan proses produksi yang baik. Atau dengan kata lain apakah tidak mungkin dengan proses produksi yang ada saat ini, dihasilkan tingkat mutu yang lebih baik.

PT Ana Safara, adalah sebuah perusahaan penghasil produk kayu olahan yang disebut falcata jointing board yang berorientasi ekspor. Perusahaan ini sudah dapat menghasilkan falcata jointing board (FCB) dengan kualitas yang cukup bagus, sehingga mampu mengekspor produk yang dihasilkan tersebut ke negara tujuan seperti Jepang, Korea dan Amerika. Tetapi perbandingan komposisi grade yang dihasilkan saat ini menunjukkan bahwa proses produksi yang berlangsung sekarang, masih memungkinkan untuk ditingkatkan kinerjanya, sehingga dapat dihasilkan komposisi grade yang menunjukkan mutu proses produksi yang lebih baik.

Kondisi ketidak-optimalan dalam penggunaan faktor produksi harus dihindarkan. Artinya harus diusahakan supaya bisa dihasilkan mutu yang lebih baik dengan biaya produksi yang serendah-rendahnya. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan mengadakan prosedur pengendalian mutu yang memadai. Dengan pengendalian mutu yang memadai diharapkan proses produksi dapat ditingkatkan kemampuannya dalam menghasilkan produk yang berkualitas, sehingga efisiensi produksi meningkat.

1.2. Pokok Masalah

Belum adanya prosedur yang baku pada pengendalian proses produksi, merupakan suatu kendala yang dihadapi oleh pihak pabrik dalam usaha peningkatan kualitas produk yang dihasilkan dalam proses produksi. Yang selama ini dilakukan oleh pihak pabrik berkaitan dengan kualitas produk adalah melakukan pemeriksaan pada waktu-waktu tertentu terhadap produk yang dihasilkan. Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan tersebut tidak

Jituh lebih lanjut, sehingga menghasilkan informasi yang lebih bermanfaat untuk keperluan pengendalian proses produksi pada tahap berikutnya.

1.3. Tujuan Studi

Dalam tugas akhir ini yang menjadi tujuan penelitian / studi adalah sebagai berikut :

1. Menentukan prioritas jenis cacat yang akan dikendalikan
2. Mengembangkan peta kontrol untuk mengendalikan proses produksi FCB
3. Memanfaatkan peta kontrol untuk memonitor dan melakukan analisa kemampuan proses produksi pada saat ini
4. Mengetahui sejumlah faktor-faktor tertentu yang berpengaruh terhadap variasi produk

1.4. Pentingnya Masalah

Hasil yang dapat dicapai dari pengendalian mutu ini adalah adanya perbaikan terhadap mutu hasil produksi. Adanya jaminan mutu terhadap hasil produksi akan menjadikan produk tersebut dapat bersaing di pasar. Selain itu dari pengendalian mutu juga diharapkan adanya penurunan ongkos total atau paling tidak ongkos total yang dikeluarkan untuk melakukan pengendalian mutu sebanding dengan hasil yang dicapai dari pengendalian mutu itu. Dengan harga jual yang memadai dan dengan mutu yang lebih baik akan meningkatkan daya saing produk itu di pasaran.

Bila tingkat mutu FCB yang dihasilkan bisa diperbaiki, diharapkan dapat memberikan akibat yang lebih jauh, yaitu :

1. Lebih menaikkan daya saing FCB di pasaran luar negeri. Konsistensi mutu FCB yang dihasilkan baik dari segi komposisi grade maupun dari mutu tiap lot akan sangat menentukan diterimanya FCB tersebut oleh pihak pembeli
2. Dapat lebih rasionalnya pemakaian bahan baku kayu log terhadap komposisi grade yang dihasilkan
3. Naiknya tingkat moralitas karyawan, sebab dengan adanya prosedur pengendalian mutu yang baik, diharapkan bisa menjadi alat yang obyektif untuk mencari sebab penyimpangan yang terjadi. Sehingga rasa saling curiga antara inspektor bagian pengendalian mutu dan operator yang menjalankan mesin bisa dihilangkan.

1.5. Batasan Masalah

Agar pelaksanaan penelitian ini dapat terfokus pada masalah yang telah dipilih, perlu dikemukakan batasan masalah sebagai berikut ini :

- Pengamatan dilakukan pada proses yang berpengaruh langsung pada karakteristik produk FCB yang dipilih.
- Kemampuan proses yang diperhitungkan adalah kemampuan proses saat ini, yaitu saat dilangsungkannya penelitian.

1.6 Asumsi

Mengingat permasalahan yang terkait dalam kualitas produk ini cukup kompleks, untuk menyederhakan dibuat asumsi-asumsi sebagai berikut :

- Spesifikasi yang ditentukan mewakili keinginan pihak konsumen.
- Sasaran dari aktifitas pengendalian kualitas adalah titik tengah dari range spesifikasi yang dipilih.

1.7. Sistematika Penulisan

Supaya penulisan tugas akhir ini bisa diikuti dengan mudah secara berurutan sesuai dengan tahap-tahapnya, maka dalam penulisan tugas akhir ini akan dibagi menjadi enam Bab. Pada bagian awal yaitu pada Bab I diuraikan tentang latar belakang, pokok masalah, tujuan studi, pentingnya masalah, dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

Untuk membahas mengenai pembentukan peta kontrol, terlebih dahulu akan dilakukan tinjauan pustaka tentang pokok bahasan tersebut, terdapat pada Bab II. Didalamnya akan tercakup teori-teori yang berkaitan erat dengan masalah yang akan dibahas. Pengertian tentang pengendalian mutu, perkembangan metode pengendalian mutu, alat analisa yang diperlukan dalam menentukan peta kontrol yang dibuat.

Selanjutnya pada Bab III akan diketengahkan metode penelitian, yang berisikan kerangka dasar dan langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah. Didalamnya termasuk metode pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini, serta rangkaian penelitian yang berisikan penelitian terdahulu mengenai permasalahan yang serupa dengan masalah yang akan dibahas.

Bab IV mengenai identifikasi karakteristik kualitas FCB. Terdapat pula pada bab ini daftar cacat-cacat yang mungkin terjadi pada proses pembuatan FCB. Penyajian tabel cacat dan grafik Pareto yang mengantarkan pada pemilihan karakteristik yang dikendalikan merupakan bagian dari bab ini.

Bab V mengenai pengumpulan dan pengolahan data, berisikan data-data yang berhasil dikumpulkan selama pengamatan dan selanjutnya dilakukan perhitungan dan pengolahannya. Hasil perhitungan data yang dikumpulkan disajikan dalam bentuk peta kontrol proses produk yang diamati.

Bab VI merupakan bagian akhir dari Tugas Akhir berupa Penutup , yang isinya merupakan kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan ini. Saran-saran yang dapat dijadikan bahan masukan bagi pihak perusahaan disampaikan pada bagian akhir dari bab ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengendalian Kualitas Statistik

Sebelum melangkah pada pembahasan mengenai proses pengendalian mutu/kualitas statistik, akan diketengahkan dulu pengertian tentang mutu suatu produk. Selanjutnya akan dijabarkan lebih lanjut perihal proses pengendalian statistik, meliputi pengertian, tujuan, dan tahapan - tahapan yang dilalui dalam proses pengendalian mutu.

2.1.1. Arti Pengendalian Mutu

Mutu sering didefinisikan sebagai karakteristik suatu produk, yang menentukan penilaian orang terhadap produk tersebut. Suatu barang/produk dikatakan memiliki mutu yang baik, bukan berarti barang tersebut memiliki sifat yang baik secara mutlak, tetapi dalam batas-batas kondisi tertentu barang/produk tersebut dapat memuaskan pihak pengguna barang tersebut. Sedangkan menurut Figenbaum, mutu diartikan sebagai kesesuaian untuk dipakai atau kepuasan pemakai yang mencakup :

- produk (quality of product)
- biaya (quality of cost)
- penyampaian (quality of delivery)

- keselamatan (quality of safety)
- moral (quality of moral)

Dari pernyataan -pernyataan di atas dapat diketahui bahwa mutu yang muncul dari suatu produk sebenarnya adalah kompromi dari sekelompok karakteristik karakteristik yang diinginkan konsumen yang berhasil ditangkap dan diterjemahkan oleh produsen. Pengendalian adalah tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan jalan mengadakan pemeriksaan yang dimulai dari bahan mentah hingga barang jadi sesuai dengan yang diinginkan. Jadi tujuan pengendalian adalah sebagai jaminan pelaksanaan yang tepat seperti yang telah ditentukan dalam rencana.

Dalam hal mutu maka semua prosedur untuk mencapai mutu yang diinginkan bisa dimasukkan dalam kegiatan pengendalian mutu. Menurut Figenbaum, pengendalian mutu dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu :

1. Penentuan standar , yang meliputi standar : cost quality, performance quality, dan releability quality.
2. Menilai kesesuaian sifat-sifat produk yang dibuat dengan standar yang telah ditentukan.
3. Mengambil tindakan koreksi apabila diperlukan.
4. Merencanakan perbaikan standar, yaitu melakukan usaha terus-menerus untuk memperbaiki standar ongkos, kinerja kerja, dan keandalan.

Dengan adanya pengendalian mutu, diharapkan munculnya penyimpangan-penyimpangan dapat dikurangi dan proses dapat diarahkan pada tujuan yang ingin dicapai. Oleh karena itu fungsi pengendalian mutu ini dilaksanakan bukan saja pada waktu pekerjaan sedang dilaksanakan, tetapi tugas pengendalian mutu itu harus dilaksanakan baik berupa tindakan preventif maupun represif. Pengendalian dapat dikatakan efektif apabila dapat menekan sampai batas minimum penyimpangan terhadap rencana.

Jadi sebenarnya inti pengendalian mutu adalah mengendalikan mutu produk selama dalam proses pembuatan sampai produk jadi untuk mencegah adanya produk yang tidak memenuhi mutu yang telah ditetapkan, dan bukan untuk memperbaiki mutu setelah produk selesai diproses.

2.1.2 Proses Perencanaan dan Pengendalian Mutu

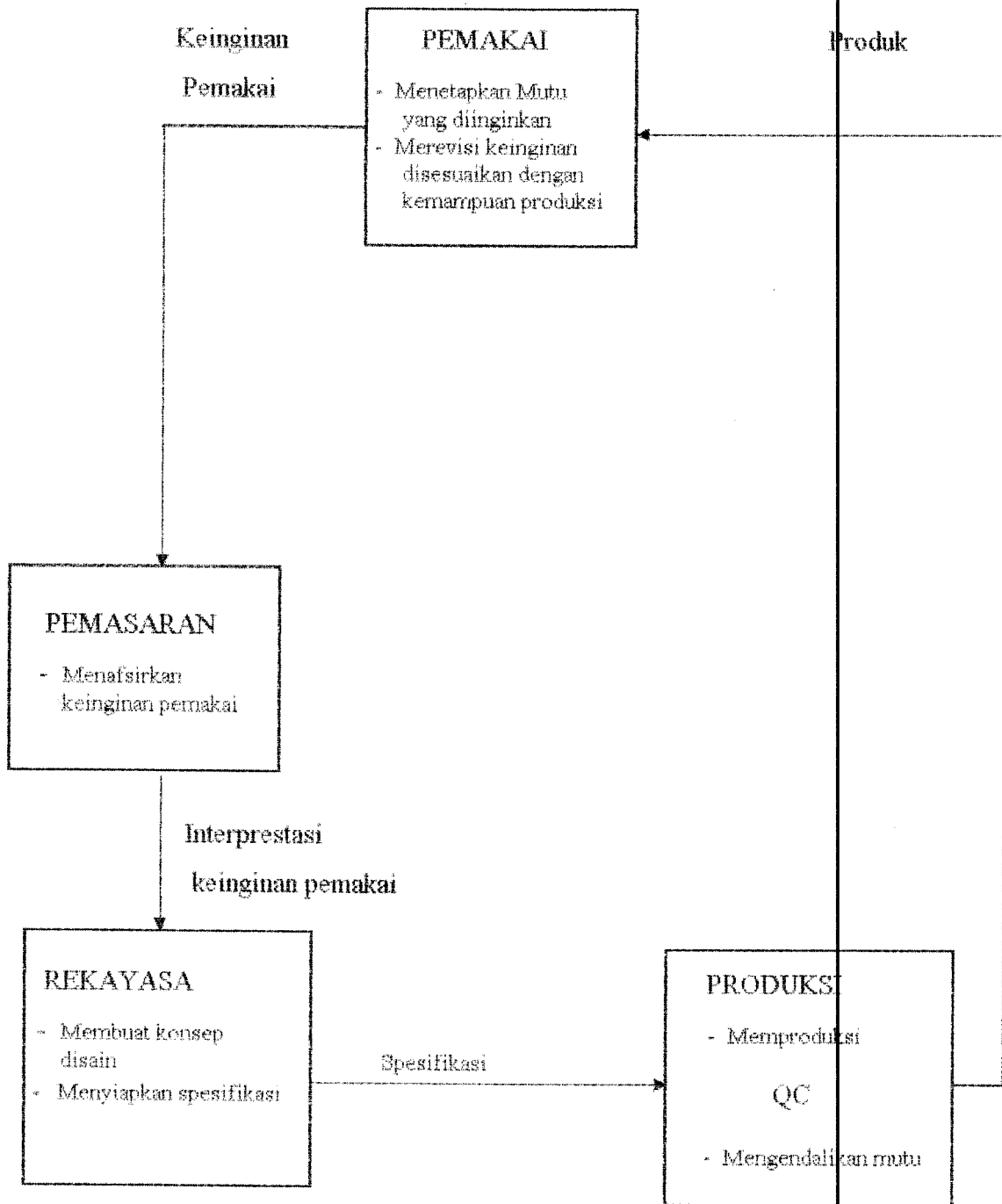
Proses perencanaan dan pengendalian mutu memerlukan interaksi terus-menerus antara pemakai, proses produksi, dan bagian-bagian lain dari perusahaan. Gambar berikut menunjukkan interaksi yang terjadi antar bagian yang terlibat dalam masalah mutu melalui suatu siklus mutu. Pemakai menetapkan keinginannya, kemudian diterjemahkan oleh bagian rekayasa untuk mendisain produk tersebut. Selain produk bisa memenuhi keinginan pemakai juga harus mampu dibuat oleh perusahaan yang bersangkutan.

Bila konsep disain dan spesifikasi telah lengkap, selanjutnya bagian rekayasa harus mampu memprosesnya menjadi produk akhir/jadi. Proses produksi harus bisa menjamin bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan mutu yang telah ditetapkan. Caranya yaitu dengan melakukan latihan, pengawasan, perawatan mesin, inspeksi.

Akhirnya produk selesai dibuat dan siap untuk dikirim ke pemakai, yang selanjutnya akan menentukan apakah produk tersebut sudah sesuai dengan keinginannya. Demikian siklus mutu akan berulang kembali.

Menurut Schroeder, untuk menerapkan perencanaan dan pengendalian mutu, diperlukan rangkaian tahap sebagai berikut :

1. Mendefinisikan 'atribut' mutu.
2. Memutuskan bagaimana mengukur setiap atribut mutu.
3. Membuat standar mutu.
4. Membuat program inspeksi mutu.
5. Mencari dan memperbaiki penyebab terjadinya mutu yang jelek.



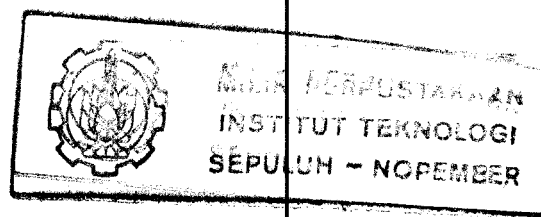
Siklus Mutu

Perencanaan untuk pengendalian mutu harus selalu dimulai dengan mengetahui atribut-atribut mutu. Perencanaan mutu menentukan atribut apa saja yang penting untuk dipenuhi atau tidak. Atribut produk tersebut misalnya enak dipakai, penampilan yang menarik, umur pakai, dan lain sebagainya.

Selanjutnya harus diketahui bagaimana atribut mutu tersebut bisa diukur. Misalnya untuk menyajikan produk yang berpenampilan menarik ukurannya adalah kebersihan permukaan produk, umur pakai diukur dari kekuatannya menahan beban, dll.

Setelah dari mana atribut produk tersebut dapat diukur bisa diketahui, tahap selanjutnya adalah menetapkan standar mutu dari ukuran-ukuran tiap atribut tersebut. Program inspeksi kemudian dibuat untuk selalu dapat melihat apakah proses produksi sudah menghasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu.

Program inspeksi yang dibuat tersebut merupakan alat yang akan menunjukkan adanya produk yang tidak memenuhi syarat mutu. Bila penyimpangan terhadap standar mutu muncul maka langkah berikutnya adalah mencari penyebab penyimpangan tersebut untuk kemudian memperbaikinya. Bila penyebab penyimpangan sudah diketahui dan berhasil diperbaiki, sistem produksi dikatakan terkendali dan tingkat mutu akan tetap tinggi.



2.1.3. Tujuan Pengendalian Mutu

Secara singkat dapat dijelaskan bahwa tujuan dari pengendalian mutu dalam proses pembuatan produk adalah :

1. Pencapaian kebijaksanaan dan target perusahaan secara efisien
2. Perbaikan hubungan manusia (human relation)
3. Pengembangan kemampuan tenaga kerja
4. Peningkatan moral karyawan

Dengan mengarah pada pencapaian-pencapaian tujuan diatas berarti akan terjadi peningkatan produktivitas dan profitabilitas usaha.

Pengendalian mutu yang menurut konsep dari Figenbaum meliputi banyak aspek dalam perusahaan, maka adanya usaha ke arah peningkatan mutu produk akhir akan memberikan tarikan pada fungsi-fungsi yang lain dalam perusahaan untuk memperbaiki dukungan terhadap pengendalian mutu yang dilakukan. Tarikan terhadap fungsi-fungsi yang lain tersebut misalnya perbaikan terhadap cara penyimpanan bahan baku atau produk jadi. Sehingga pada saat bahan baku atau produk jadi akan dipakai mutunya tetap sama seperti pada waktu pertamakali diperiksa. Selain mengendalikan mutu produk, pengendalian mutu juga dimaksudkan untuk mengendalikan proses produksi yang sedang berlangsung, sehingga bila terjadi perubahan dalam proses, tindakan-tindakan yang diperlukan dapat dilakukan.

2.1.4. Evolusi Pengendalian Mutu

Seperti alat manajemen yang lain, pengendalian mutu juga mengalami perkembangan. Perkembangan ini mengambil bentuk dalam perubahan cakupan dan teknik yang dipergunakan serta perubahan posisi tanggung jawab pengendalian mutu di tengah-tengah jaringan tanggung jawab organisasi pengendalian mutu perusahaan.

Perkembangan pengendalian mutu dibagi menjadi lima tahap, yaitu : Operator Quality Control, Foreman Quality Control, Inspection Quality Control, Statistical Quality Control dan Total Quality Control. Tahap perkembangan pengendalian mutu ini erat hubungannya dengan perkembangan kompleksitas cara berproduksi dan organisasi produksi.

Operator Quality Control dipergunakan untuk menamai perkembangan pengendalian mutu dimana tugas pengendalian mutu seluruhnya diserahkan kepada operator. Hal ini terjadi dalam keadaan dimana seorang pekerja melakukan proses pembuatan sebuah produk sejak awal hingga akhir.

Pada tahap Foreman Quality Control tugas pengendalian mutu berada di tangan foreman. Pada tahap perkembangan ini belum dikenal adanya fungsi inspektor yang terpisah dari fungsi operator dan foreman. Foreman Quality Control ini berkembang pada awal terjadinya spesialisasi pekerjaan pada operator. Sekelompok Operator melakukan tugas yang sama di bawah pengawasan seorang foreman.

Dengan meningkatnya volume produksi dan makin kompleksnya rancangan produk dan proses produksi, tugas pengendalian mutu tidak bisa lagi diserahkan kepada foreman. Pada tahap perkembangan ini muncullah fungsi inspeksi yang terpisah. Pekerjaan

pengendalian mutu diserahkan pada inspektor, karena itu tingkat perkembangan ini dinamakan Inspection Quality Control.

Tahap berikutnya adalah tahap Statistical Quality Control. Pada tahap ini kegiatan pengendalian mutu yang masih terpusat pada kegiatan inspeksi ditingkatkan efisiensinya dengan menggunakan metode statistik. Metode statistik ini terutama sekali dirasakan peranannya dalam pengendalian mutu produksi massa.

Tahap berikutnya adalah Total Quality Control. Total Quality Control ini muncul karena adanya kesadaran bahwa pendekatan parsial dalam pengendalian mutu tidak lagi memadai dalam kemajuan industri dewasa ini, yang ditandai dengan desain produk yang sangat rumit, organisasi produksi yang besar dan kompleks, proses produksi yang rumit, penggunaan teknologi mutakhir dalam produksi, dan kompetisi yang kian ketat dalam pasaran.

2.1.5. Pengertian Variasi Dalam Proses Produksi

Dalam proses produksi tidak akan bisa dihasilkan produk yang benar-benar sama. Variasi selalu terjadi pada suatu karakteristik mutu tertentu antara suatu produk dengan produk lainnya. Jika variasi yang terjadi sangat kecil, maka produk-produk yang dibuat dikatakan identik, namun dengan alat ukur /periksa presisi tinggi akan terlihat perbedaannya. Kemampuan mengukur dan melihat variasi pada produk sangat penting sebelum mengadakan usaha pengendalian.

Ada tiga katagori variasi dalam suatu produk, yaitu :

1. Variasi dalam produk itu sendiri

Variasi ini terjadi apabila suatu karakteristik mutu tertentu dalam suatu produk terjadi tidak homogen Misalkan karakteristik mutu lebar suatu produk berbeda antar ujung kanan dan kirinya.

2. Variasi antara produk

Variasi ini terjadi apabila suatu karakteristik mutu tertentu pada suatu produk tidak sama dengan produk lainnya dalam waktu produksi yang sama.

3. Variasi antara waktu

Variasi ini terjadi antara produk-produk yang diproduksi dalam periode waktu yang berbeda misalkan dalam satu hari (pagi, siang, sore).

Ada empat faktor yang menyebabkan terjadinya variasi, yaitu : material, proses, operator dan lingkungan. Penyebab pertama terjadinya variasi yaitu material, meliputi perbedaan keadaan fisis bahan baku seperti : kekuatan tarik, keuletan, ketebalan, porositas dan lain-lain yang dapat menyebabkan variasi pada produk jadi. Penyebab yang kedua adalah proses, dalam hal ini dapat dicontohkan seperti adanya getaran mesin, fluktuasi listrik, penempatan alat-alat pemegang, dan sebagainya.

Penyebab ketiga yang seringkali merupakan penyebab dominan terjadinya variasi adalah operator. Sumber variasi ini terasuk metode pelaksanaan operasi operator, kondisi fisik dan psikis operator. Penyebab keempat terjadinya variasi yaitu lingkungan. Sumber penyebabnya antara lain : panas, penerangan, radiasi, kelembaban dan sebagainya

Secara statistik, dalam proses produksi dikenal dua macam variasi, yaitu :

1. Variasi Probabilistik

Dalam kasus ini variasi terjadi secara kebetulan dan tidak dapat dihindarkan (chance causes)

2. Variasi Eratik

Dalam kasus ini variasi terjadi karena adanya penyebab-penyebab tidak wajar dalam proses (assignable causes).

Dari dua kemungkinan variasi diatas, proses hanya boleh dipengaruhi oleh variasi probabilistik. Jadi jika semua variasi yang ditemui dari hasil suatu proses menggambarkan variasi probabilistik saja, maka proses tersebut bisa dikatakan stabil atau berada dalam pengendalian statistik. Dalam keadaan tersebut proses dapat dibiarkan terus berlangsung.

Jika yang terjadi adalah variasi eratik, maka proses dikatakan tidak terkendali. Kejadian ini harus cepat diatasi dengan mencari penyebabnya dan mengadakan perbaikan untuk menghilangkan penyebab tersebut.

2.1.6. Peta Kontrol

Peta kontrol merupakan alat yang sangat penting dalam pengendalian mutu. Peta kontrol tersebut dipakai untuk mengendalikan proses yang berulang. Peta kontrol pada dasarnya adalah penggambaran secara grafis dari suatu data sebagai fungsi dari waktu. Peta kontrol mempunyai batas kontrol yang membatasi jangkauan dari sebaran data yang masih diterima dan diharapkan. Dengan peta kontrol tersebut data baru bisa secara cepat dibandingkan dengan unjuk kerja proses yang pernah terjadi.

Peta kontrol dapat dikelompokkan menurut karakteristik yang dikendalikannya. Karakteristik produk bisa berupa karakteristik yang bisa diukur. Karakteristik seperti ini biasa dinamakan variabel. Adapula karakteristik yang tidak dapat diukur tetapi dapat dinyatakan baik atau buruk, atau diterima atau tidak. Karakteristik seperti ini dinamakan atribut.

Macam-macam peta kontrol yang dipakai untuk mengendalikan masing-masing karakteristik mutu produk adalah sebagai berikut :

1. Peta \bar{X} dan peta R untuk karakteristik variabel
2. Peta p atau np untuk karakteristik atribut.
3. Peta c atau u untuk karakteristik atribut.

Sebagai contoh untuk mengendalikan karakteristik variabel misalnya panjang FCB dipakai peta \bar{X} dan peta R. Untuk karakteristik yang berupa atribut bisa dicontohkan misalnya bagian bagian yang rusak dari FCB tiap krat dikendalikan dengan memakai peta p . Bila yang diperhatikan adalah jumlah FCB rusak dari FCB tiap krat maka bisa dikendalikan dengan memakai peta np .

Peta \bar{X} adalah suatu grafik yang menggambarkan letak nilai-nilai \bar{x} (rata-rata) suatu kelompok data (sampel) relatif terhadap batas kontrol atas dan bawahnya. Salah satu fungsi peta \bar{X} adalah untuk mengetahui apakah proses produksi dalam keadaan terkendali atau tidak. Peta R adalah suatu grafik yang menggambarkan letak nilai-nilai jangkauan (range) anggota kelompok data relatif terhadap batas-batas kontrolnya.

Kegunaan peta kontrol \bar{X} dan R adalah untuk membantu menentukan apakah nilai-nilai data dari proses produksi dalam keadaan normal atau tidak. Sehingga berdasarkan

informasi dari peta kontrol tersebut dapat diambil kesimpulan dan tindakan-tindakan apa yang harus diambil.

2.1.7. Langkah-langkah Pembuatan Peta Kontrol X dan R

Peta - peta X dan R terdapat batas maksimum dan minimum dimana nilai X dan R seharusnya jatuh. Batas-batas tersebut dinamakan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Garis yang membagi daerah antara BKA dan BKB disebut Garis Tengah (GT). Untuk jelasnya, secara rinci akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pembuatan peta kontrol X dan R sebagai berikut : (Ishikawa, hal. 66)

1. Pengumpulan data

Pengumpulan data biasanya dilakukan lebih dari seratus sampel. Kesemuanya harus diambil dari proses yang sama dengan data yang diambil secara berurut.

2. Mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok data.

Data dikelompokkan dalam satu kelompok data berdasarkan waktu (jam atau hari) atau lot atau lainnya. Pengelompokan diatas memberikan kemungkinan bahwa anggota kelompok data berasal dari kondisi teknis yang sama. Jumlah sampel dalam setiap kelompok data ditentukan oleh ukuran kelompok data tersebut dan dinyatakan dengan notasi n . Sedang jumlah kelompok data dinyatakan dengan notasi N .

3. Mencatat data dalam lembar data

Lembar data dirancang sedemikian rupa sehingga mudah untuk melakukan perhitungan X dan R untuk tiap kelompok data.

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

Nilai rata-rata dihitung sampai ketelitian satu desimal lebih banyak dari nilai datanya. Rumus yang digunakan untuk setiap kelompok data, adalah :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

n = ukuran kelompok data

5. Menghitung Jangkauan

Rumus yang digunakan untuk setiap kelompok data, adalah :

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

6. Menghitung Rata-rata keseluruhan

Rata-rata merupakan jumlah total rata-rata setiap kelompok data yang dibagi dengan jumlah kelompok data. Nilai rata-rata total dihitung sampai ketelitian dua desimal lebih banyak dari nilai datanya.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_n}{N} = \frac{\sum \bar{X}_i}{N}$$

N = Jumlah kelompok data

7. Menghitung nilai rata-rata jangkauan (\bar{R})

Seluruh nilai R dalam setiap kelompok data dijumlahkan lalu dibagi dengan jumlah kelompok data.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_N}{N} = \frac{\sum R_i}{N}$$

N = Jumlah kelompok data

8. Menentukan garis batas pengendalian.

Untuk menentukan batas kontrol peta X dan R digunakan rumus :

- Batas kontrol peta X

$$BKA_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$GT_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$BKB_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

- Batas kontrol pada peta R :

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

$$GT_R = \bar{R}$$

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

Harga-harga koefisien A_2 , D_4 , dan D_3 dapat dilihat pada Tabel C-1 Lamp C. Koefisien A_2 merupakan faktor pendekatan harga 3-sigma dari rata-rata X untuk menentukan batas kontrol 3-sigma bagi peta X berdasarkan harga R .

Koefisien D_3 dan D_4 merupakan faktor-faktor pendekatan harga 3-sigma dari rata-rata harga R . Koefisien ini digunakan untuk menentukan batas kontrol bawah dan atas 3-sigma bagi peta R berdasarkan harga R .

Penggunaan batas-batas kontrol sebesar 3-sigma biasa dipakai dalam aplikasi pada bidang industri. Dari pengalaman menunjukkan bahwa penggunaan batas kontrol sebesar 3-sigma adalah terbaik untuk memberikan kesempatan agar variasi yang disebabkan oleh faktor kebetulan (chance causes) tidak keluar dari batas kontrol, dan hanya faktor-faktor eratik (assignable causes) saja yang mengakibatkan variasi mutu keluar dari batas ontrol. Batas kontrol 3-sigma akan memberikan keseimbangan antara ongkos ketidakseragaman produk dan ongkos mutu yang dikeluarkan.

Dasar pengunaan batas kontrol sebesar 3-sigma seperti yang dikemukakan sebelumnya, didasarkan atas teorema limit pusat yang menyatakan bahwa untuk setiap populasi yang berdistribusi apapun, apabila dilakukan pengambilan sampel, maka distribusi dari rata-rata sampelnya (\bar{X}_1) akan berbentuk distribusi normal. Jika luas daerah distribusi tersebut dibatasi oleh dua buah garis yang masing-masing berjarak 3-sigma dihitung dari garis tengah (\bar{X}), maka akan memberikan luas sebesar 0.9973. Luas tersebut merupakan peluang jatuhnya nilai dari rata-rata sampel \bar{X}_1 didalam batas 3-sigma tersebut. Dengan demiltian, probabilitas jatuhnya nilai \bar{X}_1 diluar batas kontrol 3-sigma hanya sebesar $(1-0.9973) = 0.0027$ (0.27 %), dengan syarat bahwa proses tidak berubah. Sehingga apabila titik-titik

pada peta kontrol keluar dari batas-batas kontrolnya, maka dapat disimpulkan ada sebab-sebab eratik yang mempengaruhi proses.

Dasar pemikiran yang diuraikan diatas merupakan alasan mengapa digunakan batas kontrol 3-sigma untuk peta kontrol. Kemudahan untuk melakukan perhitungan dan penggunaan tabel koefisien A_2 , D_3 , dan D_4 yang telah tersedia, juga merupakan alasan mengapa batas kontrol 3-sigma dipilih untuk digunakan pada pada peta kontrol.

9. Menggambar peta kontrol.

Menyiapkan kertas grafik atau kertas peta kontrol, garis batas kontrol digambar sekalian dengan nilai angkanya. Garis tengahnya dibuat tabel dan garis batas lainnya dibuat putus-putus.

10. Memplot titik dari nilai \bar{X} dan R untuk setiap kelompok data dalam satu garis vertikal yang sama.

11. Melengkapi informasi yang dibutuhkan.

Pada pinggir ditulis \bar{X} dan R, pada ujung kiri kertas atas peta ditulis nilai n. Juga ditulis tanggal pembuatan peta, perioda pengambilan data, peralatan yang digunakan, petugas yang membuat peta, dan sebagainya.

Pada dasarnya ketentuan umum untuk pembentukan kelompok data ini adalah bahwa kelompok data harus dapat meminimumkan kesempatan terjadinya variasi antar sampel dalam kelompok data, dan memaksimumkan kesempatan variasi yang terjadi antar kelompok data.

Pengelompokan data berdasarkan urutan produksi dapat dilakukan dua cara berikut :
(Grant, hal. 153)

1. Untuk tujuan mendeteksi kecenderungan nilai rata-rata, satu kelompok data harus dibentuk dari produk-produk yang periode keluarannya berdekatan (variasi dalam kelompok data kecil). Antar kelompok data dibuat sedemikian sehingga memberikan kesempatan variasi yang sebesar-besarnya.
2. Untuk mendeteksi kesamaan (kehomogenan), kelompok data dibentuk dari produk-produk yang bisa mewakili seluruh produk yang ingin diperiksa kehomogenannya.

Ukuran dan frekwensi kelompok data ditentukan dengan memakai patokan :

1. Kelompok data harus sekecil mungkin sehingga bisa memberikan variasi yang sekecil mungkin antar data dalam sampel.
2. Untuk membentuk peta kontrol yang peka terhadap variasi yang kecil maka ukuran kelompok data harus besar. Kelompok data yang lebih besar secara statistik akan memberikan distribusi yang lebih mendekati distribusi normal.
3. Frekwensi pembentukan kelompok data ditentukan menurut kebutuhan yaitu :
 banyak, untuk permulaan analisa proses supaya bisa segera diambil kesimpulan tentang proses, kemudian frekwensinya diturunkan bila prosesnya telah stabil.

Frekwensi pembentukan kelompok data ini erat hubungannya dengan jumlah kelompok data minimum yang diperlukan untuk membuat batas-batas kontrol. Hal itu akan ditentukan sebagai kompromi antara faktor :

- keinginan untuk secepatnya mendapatkan nilai rata-rata dan variasi, dan
- keinginan untuk mendapatkan nilai-nilai yang bisa diandalkan.

Menurut Grant, bahwa untuk mendapatkan hasil yang baik paling tidak dipakai kelompok data sebanyak 25 buah.

2.1.11. Keadaan Tak Terkendali Pada Peta Kontrol X, P dan R.

Setelah peta kontrol diimplementasikan dalam proses produksi, dari peta kontrol tersebut akan diperoleh informasi perubahan yang terjadi selama proses berlangsung. Proses yang tidak terkendali ditunjukkan oleh titik-titik yang keluar dari batas kontrol. Kadang-kadang untuk proses yang sudah sangat baik (terkendali), tidak harus diambil tindakan bila ada salah satu titik diluar batas kontrol. Oleh karena itu untuk tujuan praktis ada suatu aturan yang menerangkan hubungan antara jumlah titik-titik yang keluar batas kontrol dengan keterkendalian proses

Secara lebih rinci, suatu keadaan tak terkendali yang terlihat melalui peta X atau peta p adalah apabila terjadi kondisi berikut :

1. Beberapa titik (nilai \bar{X} atau p) keluar dari batas kontrol (termasuk titik yang tepat terletak pada garis batas kontrol). Untuk proses yang sudah sangat baik (terkendali selama periode yang panjang) proses tidak terkendali bila :
 - a. Dari 35 titik berurutan terdapat lebih dari 1 titik diluar batas kontrol
 - b. Dari 100 titik berurutan terdapat lebih dari 2 titik diluar bats kontrol
2. Titik-titik yang mengelompok menunjukkan bentuk-bentuk khusus, meskipun masih dalam batas kontrol.

Untuk keadaan tak terkendali pada kasus no 2 bisa berbentuk :

1. Deret.

Bila ada beberapa buah titik pada peta kontrol selalu berada di atas atau di bawah garis tengah (GT) secara berurutan.

2. Kecenderungan.

Apabila beberapa buah titik (sedikitnya 7) secara kontinu jatuh membentuk kecenderungan ke atas atau kebawah

3. Perulangan.

Apabila beberapa buah titik menunjukkan pola perubahan (pergeseran nilai X atau p) yang hampir sama dalam selang waktu yang sama.

4. Terjepit dekat garis kontrol.

Apabila beberapa buah peta kontrol cenderung selalu jatuh dekat garis tengah (GT) atau garis batas kontrol (BKA atau BKB). Untuk menguji apakah terjadi keterjepitan pada garis tengah, dilakukan dengan membuat garis yang membagi dua daerah antara

GT dan BKA, serta GT dan BKB.. Jika titik - titik kebanyakan jatuh diantara dua garis yang dibuat tersebut, maka proses dalam keadaan tak terkendali.

Untuk melihat keterjepitan didekat garis batas kontrol, dibuat dua garis batas yang masing-masing berjarak $\frac{2}{3}$ bagian jarak antara garis tengah GT dengan batas kontrol (BKA atau BKB). Keadaan tak terkendali terjadi apabila 2 dari 3 titik berurutan; atau 3 dari 7 titik berurutan; atau 4 dari 10 titik berurutan; atau 4 dari 10 titik berurutan terletak didaerah antara garis yang dibuat tersebut dengan garis batas kontrol terdekat.

5. Pelompatan.

Apabila beberapa buah titik yang jatuh dekat batas kontrol tertentu secara tiba-tiba titik-titik selanjutnya jatuh didekat batas kontrol yang lainnya.

2.1.12. Analisa Kemampuan Proses

Setelah melakukan pengendalian terhadap proses yang ada, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dan perhitungan terhadap kemampuan proses. Langkah ini dilakukan setelah memperoleh kepastian bahwa proses yang sedang berlangsung dalam keadaan terkendali. Tujuan utama dari analisa kemampuan proses adalah untuk dapat menilai hubungan antara variasi alami proses dengan spesifikasi teknis produk yang ditentukan. Kemampuan proses tersebut dinyatakan dalam bentuk indeks kemampuan proses (C_p), yang didefinisikan sebagai perbandingan antara range spesifikasi dengan toleransi alami dari proses.

Secara numerik dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

dimana :

BSA = Batas Spesifikasi Atas

BSB = Batas Spesifikasi Bawah

σ = Standar deviasi proses

Dengan memperhatikan nilai dari C_p , dapat dinilai apakah proses dalam kondisi kritis dalam arti bahwa terdapat cukup banyak produk yang menyimpang dari spesifikasi yang ditentukan atau tidak. Bila nilai C_p lebih kecil dari satu , menandakan bahwa produk yang menyimpang dari spesifikasi akan banyak dijumpai, sedangkan bila nilai C_p lebih besar dari satu berarti kondisi proses “aman” , dalam arti bahwa jumlah produk yang keluar dari batas spesifikasi akan sedikit. Sedangkan jika nilai C_p persis sama dengan satu, berarti pihak pabrik harus waspada terhadap proses produksi, sebab sedikit saja terjadi pergeseran proses akan mengakibatkan banyak produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan timbul.

2.2 Pengambilan Sampel

Pada kondisi sekarang ini , melakukan pengamatan terhadap semua anggota / unsur dalam suatu populasi sangat jarang dilakukan, mengingat waktu, biaya dan tenaga yang dibutuhkan untuk itu sangat besar. Sebagai gantinya dilakukan pengamatan terhadap sejumlah

data yang dianggap dapat mewakili semua anggota dalam populasi yang akan diamati, cara ini dikenal dengan istilah sampling. Penggunaan sampling dalam penelitian dibandingkan dengan pemeriksaan terhadap anggota populasi secara keseluruhan memiliki keuntungan, antara lain :

- a) Biaya yang dikeluarkan menjadi lebih sedikit
- b) Dapat mengemat waktu dan tenaga personil yang terlibat dalam kegiatan pengamatan dan penelitian
- c) Dapat mengurangi kesalahan pemeriksaan / pengamatan akibat kelelahan fisik ataupun psikis yang dapat menghasilkan kesimpulan yang salah.
- d) Baik untuk diterapkan pada pengamatan atau penelitian yang bersifat merusak obyek yang akan diteliti.

Dalam melakukan sampling sangat dituntut untuk dapat memberikan kesimpulan yang benar terhadap populasi, untuk itu selain jumlah sampel yang diambil harus cukup besar untuk bahan analisa, sampel yang diambil harus sesuai dengan desain yang tepat.

Ada beberapa cara yang biasa digunakan dalam pengambilan sampel, antara lain :

1. Random sampling
2. Stratified sampling
3. Sistematis sampling
4. Cluster sampling

Pada penelitian ini, cara yang dipilih adalah random sampling, yang berarti bahwa setiap individu dalam suatu populasi mempunyai probabilitas yang sama untuk terpilih sebagai

anggota sampel pada tiap kali pengambilan. Pengambilan sampel dilakukan sedemikian , sehingga didapatkan jumlah unit produk cacat sebanyak dua ratus buah. Sampel tersebut diambil dari gudang penyimpanan produk akhir FCB, yang dihasilkan pada hari penyelesaian produk yang berbeda-beda. Diharapkan dengan mengambil sampel produk dari hari penyelesaian yang berbeda , akan didapatkan data yang yang dapat mencerminkan output produksi secara keseluruhan.

2.3 Disain Eksperimen

Disain eksperimen adalah desain percobaan, dengan tiap langkah tindakan betul betul didefinisikan, sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan (Sudjana,1991).

Tujuan dari disain eksperimen adalah untuk memperoleh informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian persoalan yang akan dibahas. Disain eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang dibahas.

2.3.1. Desain Eksperimen Faktorial

Pada prinsipnya eksperimen faktorial bertujuan untuk menganalisa dua atau lebih faktor yang dianggap berpengaruh. Salah satu ciri khas dalam desain eksperimen faktorial ini adalah adanya kesempatan menguji efek (pengaruh) interaksi dua atau lebih faktor tersebut, selain efek interaksi faktor -faktor secara sendiri-sendiri. Beberapa keuntungan dari percobaan faktorial :

1. Lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber yang ada
2. Informasi yang diperoleh lebih komprehensif, karena dipelajari berbagai interaksi yang ada
3. Hasil percobaan dapat diterapkan dalam suatu kondisi yang lebih luas karena dipelajari kombinasi dari berbagai faktor.

Pada kasus dimana faktor yang diselidiki terdiri dari dua faktor, yaitu faktor A dan faktor B model linear yang tepat untuk desain eksperimen faktorial dengan notasi a x b adalah seperti berikut ini :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + Ab_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

dimana :

Y_{ijk} = variabel respon hasil observasi ke-k yang terjadi karena pengaruh bersama taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j faktor B

μ = rata-rata yang sebenarnya

A_i = efek taraf ke-i faktor A

B_j = efek taraf ke-j faktor B

Ab_{ij} = efek interaksi antara taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

ϵ_{ijk} = efek unit eksperimen ke-k dalam kombinasi perlakuan (ij) dengan asumsi

ϵ_{ijk} berdistribusi IIDN ($0, \sigma^2$) yang berarti bahwa errornya berdistribusi

normal dengan mean = 0 serta bersifat identik dan independen.

dengan nilai-nilai :

$i = 1, 2, \dots, a$

$j = 1, 2, \dots, b$

$k = 1, 2, \dots, n$

Bentuk dan susunan data pengamatan untuk persamaan diatas dapat dilihat pada tabel berikut

		FAKTOR B				JUMLAH	RATA 2
TARAF		1	2	...	..b		
F	1	Y_{111}	Y_{121}	...	Y_{1b1}		
		Y_{112}	Y_{122}	...	Y_{1b2}		
			
			
		Y_{11n}	Y_{12n}	...	Y_{1bn}		
A	JUMLAH	J_{110}	J_{120}	...	J_{1b0}	J_{100}	
K	RATA-2	Y_{110}	Y_{120}	...	Y_{1b0}		Y_{100}
T	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
O	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
R	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A	a	Y_{a11}	Y_{a21}	...	Y_{ab1}		
		Y_{a12}	Y_{a22}	...	Y_{ab2}		
			
			
		Y_{a1n}	Y_{a2n}	.	Y_{abn}		

Tabel

Susunan Data Pengamatan Disiplin Eksperimen Faktor A X B

Hipotesis yang sesuai dengan model diatas, yaitu :

1. $H_0 : A_i = 0$ (semua A_i sama dengan nol) untuk setiap nilai $i = 1, 2, 3, \dots, a$
 $H_1 :$ paling sedikit ada satu harga $A_i \neq 0$ (tidak semua A_i sama dengan nol)
2. $H_0 : B_j = 0$ (semua B_j sama dengan nol) untuk setiap nilai $j = 1, 2, 3, \dots, b$
 $H_1 :$ paling sedikit ada satu harga $B_j \neq 0$
3. $H_0 : AB_{ij} = 0$, untuk setiap $i = 1, 2, 3, \dots, a$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, b$
 $H_1 :$ paling sedikit ada satu harga $AB_{ij} \neq 0$

Sumber variasi yang disebabkan oleh variabilitas yang timbul karena faktor A, faktor B dan interaksinya dapat ditaksir melalui jumlah kuadratnya (sum of square) yaitu :

1. Jumlah kuadrat untuk semua taraf faktor A (SS_A)

$$= bn \sum_{i=1}^a (\bar{Y}_{i00} - \bar{Y}_{000})^2$$

2. Jumlah kuadrat untuk semua taraf faktor B (SS_B)

$$= an \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{0j0} - \bar{Y}_{000})^2$$

3. Jumlah kuadrat untuk interaksi antara faktor A dan faktor B

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij0} - \bar{Y}_{i00} - \bar{Y}_{0j0} + \bar{Y}_{000})^2$$

4. Jumlah kuadrat kekeliruan (MS_R)

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n (\bar{Y}_{ijk} - \bar{Y}_{ij0})^2$$

5. Jumlah kuadrat total (SS_T)

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c (\bar{Y}_{ijk} - \bar{Y}_{000})^2$$

Derajat kebebasan (df) masing-masing perlakuan adalah :

Faktor A : a-1

Faktor B : b-1

Faktor AB : (a-1)(b-1)

Kekeliruan (Error) : ab(n-1)

Apabila jumlah kuadrat (sum of square) dibagi dengan derajat kebebasan (degree of freedom) nya, akan didapatkan nilai mean square (MS), yaitu : MS_A , MS_B , MS_{AB} dari setiap faktor dan interaksinya. Sedangkan MS_R adalah mean Square dari kekeliruan atau residualnya. Perbandingan antara varians rata-rata A, B dan interaksinya dengan varians residualnya (MS_R) akan menghasilkan nilai-nilai F_{ratio} . Nilai F_{ratio} akan berdistribusi F.

Untuk menguji hipotesisnya maka hasil perhitungan F_{ratio} dibandingkan dengan nilai F yang bersesuaian F untuk tingkat α tertentu dari tabel distribusi F, yaitu $F_{(v_1, v_2, \alpha)}$, dimana v_1 adalah derajat kebebasan masing-masing faktor dan interaksinya , v_2 adalah derajat kebebasan dari kekeliruan/residualnya.

Penarikan kesimpulannya mengikuti pedoman sebagai berikut ini :

- bila $F_{ratio} > F_{tabel}$, H_0 ditolak
- bila $F_{ratio} < F_{tabel}$, H_0 diterima.

Untuk lebih jelasnya , analisis varians dalam desain eksperimen faktorial a x b dapat dilihat pada tabel ANOVA berikut ini :

Sumber Variansi	df	SS	MS	F_{ratio}	F_{Tabel}
Faktor A	a-1	SS_A	MS_A	MS_A/MS_R	
Faktor B	b-1	SS_B	MS_B	MS_B/MS_R	
Faktor AB	$(a-1)(b-1)$	SS_{AB}	MS_{AB}	MS_{AB}/MS_R	
Error	$ab(n-1)$	SS_R	MS_R	-	
Total	$abn-1$	S_{Tot}			

Tabel Desain Eksperimen Faktorial a x b

Dalam tugas akhir ini, untuk pengolahan dan perhitungan data dilakukan dengan bantuan paket program Statistica for Window, sehingga didapatkan hasil akhir perhitungan data-data tersebut.

2.4 Rangkaian Penelitian

Dalam penelitian tugas akhirnya mengenai analisa sistem pengendalian kualitas dan penerapan Peta Kontrol di PT Surya Zig-Zag, Kediri, Henry F. T, tahun 1993, membuat peta kontrol untuk beberapa karakteristik kertas yang merupakan produk dari perusahaan tersebut. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan peta kontrol tersebut dapat dikemukakan secara ringkas sebagai berikut ini :

1. Memperhatikan, menganalisa dan merencanakan konsep penyelesaian masalah dengan memperhatikan kondisi perusahaan, dan melihat apakah yang akan ditinjau dan diamati lebih lanjut hanya sebagian atau seluruh proses yang terjadi pada perusahaan.
2. Mengumpulkan data-data , baik itu melalui pengamatan langsung, interview, atau dari catatan-catatan yang dibuat dari pihak perusahaan, untuk selanjutnya dilakukan uji kenormalan terhadap data-data yang terkumpul. Bila dari hasil pengujian menunjukkan bahwa data-data yang diperoleh berdistribusi secara normal, selanjutnya data-data tersebut dimasukkan pada lembar pengamatan berdasarkan jenis dan sifat produk secara terpisah.
3. Berdasarkan data-data tersebut , dibuat peta kontrol yang digunakan sebagai alat analisa kualitas produk.
4. Melakukan desain eksperimen untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kertas yang telah dibuat peta kontrolnya ,selingga setiap ditemui penyimpangan pada peta kontrol , perhatian dapat dipusatkan pada faktor- yang telah diidentifikasi tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Agar setiap langkah yang ditempuh dalam penelitian ini konsisten pada tujuan yang ditetapkan, serta alur pemecahan masalah menjadi jelas, disusun rancangan penelitian yang berisikan langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini , sebagai berikut :

3.1.1. Identifikasi Karakteristik Mutu dan Cacat yang terjadi pada Pembuatan FCB

Tahap awal yang perlu dilakukan sebelum melangkah pada pembuatan dan pengembangan peta kontrol, adalah melakukan identifikasi terhadap seluruh karakteristik kualitas yang menjadi dasar bagi penilaian mutu produk FCB. Karakteristik yang diidentifikasi tersebut mencakup karakteristik yang terukur (variabel) dan karakteristik yang tak terukur (atribut)

3.1.2. Penentuan Karakteristik Kualitas yang Dikendalikan

Setelah didapatkan data mengenai karakteristik kualitas dan jenis-jenis cacat yang ditemui pada FCB , berikutnya akan ditentukan karakteristik kualitas mana yang penting untuk dikendalikan, dengan didasarkan pada banyaknya cacat yang berkaitan dengan

untuk dikendalikan, dengan didasarkan pada banyaknya cacat yang berkaitan dengan karakteristik mutu tertentu itu tersebut muncul. Untuk itu dilakukan pengambilan sampel terhadap unit-unit FCB yang telah dihasilkan.

Dengan melakukan perhitungan terhadap prosentase masing-masing katagori cacat terhadap total secara keseluruhan, dan selanjutnya dilakukan pengurutan dari prosentase cacat terbesar ke prosentase cacat terkecil akhirnya dapat ditentukan cacat/ karaktereistik mutu yang perlu dikendalikan. Agar diperoleh gambaran visual yang lebih jelas terhadap prosentase masing-masing cacat serta cacat mana yang menduduki porsi terbesar, dibuat diagram Pareto. Berdasarkan tabel dan kurva Pareto yang disajikan, didapatkan bahwa cacat-cacat yang perlu mendapat prioritas untuk dikendalikan.

3.1.3. Pembuatan Peta Kontrol Awal

Pembuatan peta kontrol ini diawali dengan pengumpulan terhadap data-data yang relevan karakteristik kualitas dan cacat yang diperhatikan. Pengumpulan data-data dilakukan sedemikian sehingga data-data yang diambil dapat mewakili populasi/ keluaran produk secara keseluruhan. Berdasarkan data-data yang terkumpul tersebut, dibuat peta kontrol awal proses produksi.

3.1.4. Interpretasi Grafik Pengendali

Sebagaimana diketahui, bahwa tujuan dari pembuatan peta kontrol adalah untuk mengetahui apakah proses dalam keadaan terkendali atau telah terjadi pergeseran-

pergeseran menuju pada keadaan yang tidak terkendali. Untuk itu dilakukan pengamatan terhadap titik pada peta kendali yang dibuat tersebut.

Bila dari hasil pengamatan terhadap titik-titik pada peta kendali, ditemukan adanya penyimpangan atau pergeseran, selanjutnya dilakukan analisa terhadap penyimpangan tersebut, apakah penyimpangan tersebut disebabkan faktor terduga atau tidak.

3.1.5. Pembuatan Peta Kontrol Baku

Setelah faktor utama penyebab perbedaan karakteristik mutu yang ditinjau sudah diidentifikasi, maka tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan kembali terhadap batas kendali dengan menghilangkan data yang keluar dari batas kendali. Kemudian membandingkan dengan standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Bila proses telah memenuhi standar, maka peta kendali tersebut dapat dijadikan peta kendali baku dan dapat dipakai sebagai acuan untuk melakukan evaluasi pada proses berikutnya.

3.1.6. Analisa Kemampuan Proses

Setelah melakukan pengendalian terhadap proses yang ada, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dan perhitungan terhadap kemampuan proses. Langkah ini dilakukan setelah memperoleh kepastian bahwa proses yang sedang berlangsung dalam keadaan terkendali. Tujuan utama dari analisa kemampuan proses adalah untuk dapat menilai hubungan antara variasi alami proses dengan spesifikasi teknis produk yang ditentukan. Kemampuan proses tersebut dinyatakan dalam bentuk indeks kemampuan proses (C_p), yang didefinisikan sebagai perbandingan antara range spesifikasi dengan toleransi alami dari proses.

Dengan memperhatikan nilai dari C_p , dapat dinilai apakah proses dalam kondisi kritis dalam arti bahwa terdapat cukup banyak produk yang menyimpang dari spesifikasi yang ditentukan atau tidak. Bila nilai C_p lebih kecil dari satu, menandakan bahwa produk yang menyimpang dari spesifikasi akan banyak dijumpai, sedangkan bila nilai C_p lebih besar dari satu berarti kondisi proses "aman", dalam arti bahwa jumlah produk yang keluar dari batas spesifikasi akan sedikit. Sedangkan jika nilai C_p persis sama dengan satu, berarti pihak pabrik harus waspada terhadap proses produksi, sebab sedikit saja terjadi pergeseran proses akan mengakibatkan banyak produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan timbul.

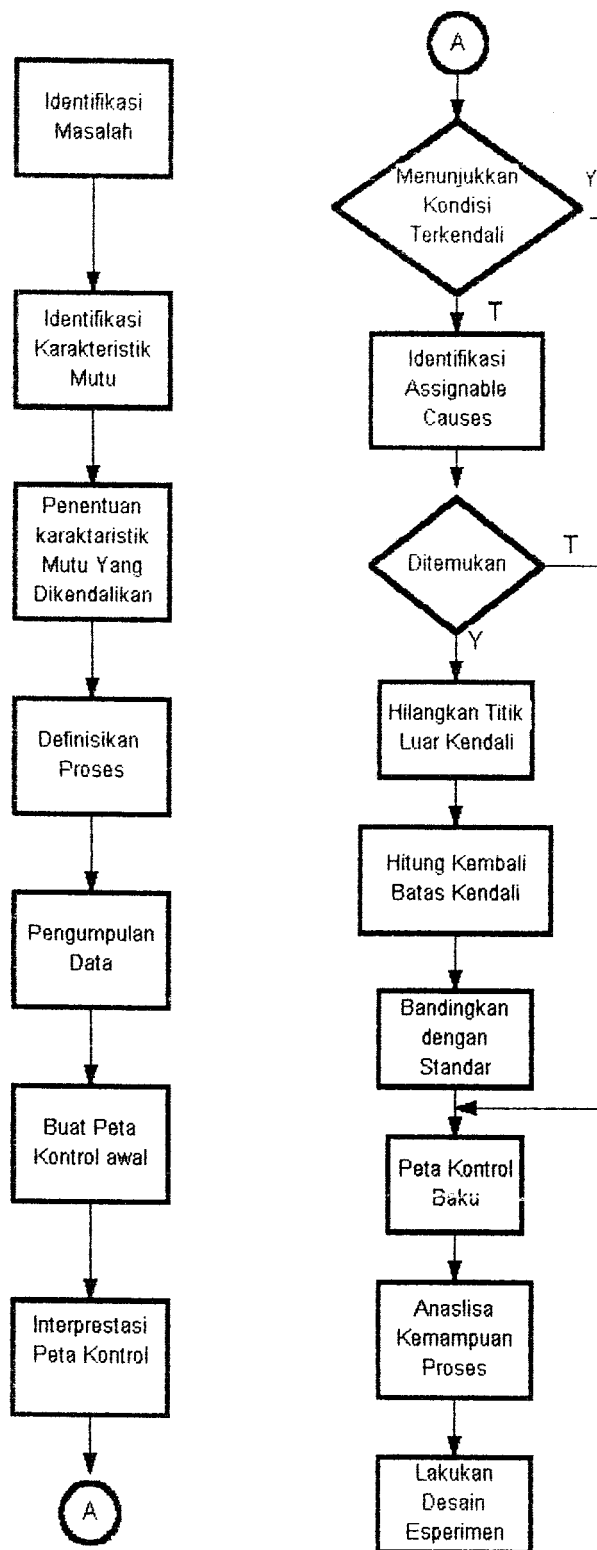
3.1.7. Identifikasi Faktor Penentu Karakteristik Mutu Yang Dipilih

Setelah peta kontrol proses terbentuk dan analisa terhadap kemampuan proses yang sedang berjalan dilakukan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang berpotensi dalam menimbulkan variasi produk. Untuk itu dilakukan pengamatan terhadap proses yang terkait langsung dengan pembentukan karakteristik produk yang diamati. Dari hasil pengamatan terhadap proses serta informasi yang diperoleh dari bagian produksi, disusun diagram sebab-akibat yang menggambarkan faktor-faktor yang diduga memberikan pengaruh terhadap karakteristik FCB.

Untuk menguji apakah faktor-faktor yang diduga memberikan pengaruh terhadap karakteristik produk memang benar-benar berpengaruh nyata, dilakukan desain eksperimen faktorial. Data yang diperoleh dari hasil desain eksperimen tersebut, selanjutnya

dapat dijadikan informasi awal, untuk mengetahui sejauh mana pengaruh masing-masing faktor terhadap pembentukan karakteristik mutu yang dipilih.

Langkah-langkah penelitian ini secara jelas dapat dilihat pada diagram alur sebagai berikut ini :



3.2. Metode Pengumpulan Data

Dalam usaha pengumpulan data-data yang relevan dengan materi yang akan dibahas ini, digunakan metode-metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Studi Kepustakaan (Library Research)

Yaitu mengumpulkan data-data dan informasi dengan cara penelusuran dan pencarian dari buku- buku pustaka yang relevan, meliputi data-data tentang petunjuk dalam pelaksanaan penelitian, teknik pengambilan sampel, metode analisa dan berbagai informasi yang berguna dalam pemecahan masalah

2. Studi Lapangan (Field Research)

Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data-data yang berdasarkan pada pengamatan langsung di lapangan/obyek penelitian, termasuk dalam metode ini antara lain :

- Interview : yaitu melakukan tanya jawab langsung terhadap orang atau pihak yang berkompeten dengan permasalahan yang dibahas, dalam hal ini adalah staf produksi
- Dokumentasi : yaitu mengumpulkan data dengan cara mencatat/ menyalin dari lembar data atau dokumen yang telah dihasilkan oleh pihak pabrik pada periode waktu yang telah berjalan.
- Observasi : merupakan suatu cara pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian, yang dalam hal ini berupa proses produksi yang sedang berjalan di pabrik.

BAB IV

IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK KUALITAS FCB

4.1. Data Umum Produk dan Proses Produksi FCB

Sebelum melakukan pengamatan lebih lanjut terhadap data-data yang berkaitan langsung terhadap kualitas produk, perlu terlebih dahulu diketahui data-data mengenai produk FCB sendiri, juga mengenai proses produksi untuk menghasilkan FCB.

4.1.1. Falcata Jonting Board (FCB)

FCB dihasilkan dari pengolahan kayu log (gelondong) dari jenis pohon sengon laut (albasia falcata). FCB ini berbentuk lembaran papan, yang tersusun atas elemen papan yang memiliki lebar yang lebih kecil. Antara satu elemen dengan elemen yang lain direkatkan dengan menggunakan lem, sehingga terbentuk papan lembaran yang lebih besar, dengan ukuran produk akhir yang bermacam-macam.

FCB memiliki sifat-sifat seperti berikut ini :

- permukaan yang halus, putih dan rata.
- mudah dibentuk dengan cara dipotong dan direkatkan
- kekuatannya cukup besar dengan bobot yang ringan
- memiliki daya serap getaran yang tinggi
- memiliki daya hantar listrik yang rendah.

Dengan sifat-sifat tersebut diatas , memungkinkan produk FCB untuk digunakan pada berbagai keperluan, seperti untuk interior ataupun eksterior ruangan, tata akustik suara dalam gedung-gedung, furniture, langit-langit, papan pengumuman , dan lain sebagainya.

FCB ini digolongkan berdasarkan ukuran produk tersebut, yang dalam hal ini terbagi menjadi tiga macam , dinyatakan dengan tebal, panjang, dan lebar.

- FCB dengan ukuran : 13 x 910 x 1650 mm
- FCB dengan ukuran : 13 x 910 x 480 mm
- FCB dengan ukuran : 13 x 910 x 370 mm

Disamping FCB digolongkan berdasarkan ukuran produknya, juga digolongkan berdasarkan berdasarkan mutu (*grade*) yang dapat dicapainya, dalam hal ini terdiri dari tiga *grade*, yaitu: *grade* A, *grade* B dan *Grade* C. FCB yang memiliki *grade* A merupakan FCB yang memiliki mutu yang paling bagus. Ciri-ciri yang dijumpai pada *grade* ini adalah : memiliki dimensi dan kadar air yang sesuai dengan spesifikasi produk, warna permukaannya putih, tidak kehitam-hitaman atau kemerah-merahan, bagian tepi dan sudut-sudutnya siku-siku. Pada *grade- grade* yang lainnya, ciri-ciri yang dijumpai adalah adanya penyimpangan sifat dari sifat-sifat yang dimiliki produk *grade* A, seperti kadar air yang menyimpang dari spesifikasi, warnanya yang agak kemerah-merahan, dan sebagainya. Jadi penggolongan suatu FCB pada *grade* A atau *grade* C ditentukan berdasarkan pada berapa jauh produk tersebut menyimpang dari standar yang ditentukan.

4.1.2. Proses Produksi FCB.

Proses produksi FCB di PT AS , dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap pembuatan elemen papan, tahap penggabungan dan tahap pengerjaan akhir (finishing). Dari tahap pertama, akan dihasilkan elemen papan yang memiliki lebar yang kecil, untuk selanjutnya dilakukan proses pada tahap penggabungan, yaitu menggabungkan elemen-elemen papan sehingga dihasilkan lembaran yang berukuran lebih besar. Produk yang dihasilkan pada tahap kedua ini masih berujud kasar, sehingga untuk membuat halus dan menarik perlu dilakukan proses pada tahap berikutnya yaitu finishing

Secara ringkas proses produksi FCB di PT AS dapat digambarkan pada langkah langkah berikut ini :

a). Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan FCB ini adalah kayu gelondong/log dari jenis tanaman sengon laut (*albasia falcata*). Untuk memperoleh bahan baku ini, pihak pabrik melakukan pembelian dari Perhutani atau tanaman milik perorangan.

Syarat umum kayu log yang dapat digunakan sebagai bahan baku FCB adalah :

- diameter log antara 20 - 40 cm
- warna kayu putih & tidak kemerah-merahan
- tidak terdapat cacat kayu yang berat seperti : pecah rapuh, mata kayu.
- lurus

b). Pembelahan

Bahan baku yang berupa kayu gelondong, dibelah dengan menggunakan gergaji pita (band saw) , sehingga terbentuk lembaran-lembaran dengan ukuran yang bervariasi, tergantung pada diameter kayu log yang digunakan. yang pada umumnya memiliki ukuran berkisar 20 - 40 cm.

c). Pengeringan.

Lembar papan yang dihasilkan dari proses pemotongan, selanjutnya dimasukkan kedalam dapur pengering (dry kiln), tujuannya jelas untuk menurunkan kadar air sampai pada batas tertentu. Bila FCB yang dihasilkan memiliki kadar air yang lebih tinggi dari ukuran yang ditetapkan , FCB akan mudah ditumbuhi jamur sehingga permukaannya menjadi kehitam-hitaman dan tidak menarik. Sebaliknya bila kadar airnya lebih rendah dari ukuran tertentu FCB menjadi getas dan kekuatannya berkurang.

d). Pemasahan

Kayu yang telah dioven dalam dapur pengeringan, selanjutnya dipasah dengan tujuan agar tekstur permukaan kayu menjadi halus. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin pemasah yang disebut wood planer.

e). Pemotongan sisi

Kayu yang telah dipasah pada proses sebelumnya, selanjutnya dipotong kedua ujungnya atas dan bawah sehingga memiliki ukuran yang mendekati ukuran produk akhir

ditambah dengan toleransi tertentu sehingga memberi kesempatan pada proses berikutnya, sehingga pada proses yang terakhir akan dihasilkan produk yang memiliki ukuran seperti yang direncanakan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin cross cord

f). Pembelahan kedua

Pada proses ini papan kayu yang dihasilkan pada proses sebelumnya, dirajang atau dibelah menjadi lebih kecil secara sekaligus. Mesin yang digunakan pada proses perajangan ini adalah rape saw.

g). Shorting

Kayu rajangan yang dihasilkan dari mesin rape saw, selanjutnya disortasi, yaitu dipilih untuk selanjutnya digolongkan menurut kelasnya masing-masing. Proses sorting ini dilakukan secara manual, yaitu dengan melihat kondisi papan/rajangan tersebut.

h). Penggabungan (jointing)

Setelah dilakukan shorting, kayu yang telah digolongkan tersebut digabungkan antar sesama jenis, dengan menggunakan lem perekat. Proses ini dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan mengolesi kedua sisi yang akan direkatkan dengan lem, menggabungkan kedua sisi tersebut dan sedikit memberikan tekanan agar perekatan kedua sisi lebih baik.

h). Pressing.

Pada proses ini, kayu yang telah digabungkan (di-jointing), selanjutnya dilakukan pengepresan. Proses ini dilakukan secara vertikal / dari arah bawah-atas dan juga secara longitudinal / dari kedua sisi kanan dan kiri. Pada arah vertikal dimaksudkan agar produk akhir yang dihasilkan benar-benar lurus dan tidak bengkok, sedangkan pada arah longitudinal dimaksudkan agar proses perekatan lem menjadi lebih baik dan kuat.

i). Pengamplasan (sending).

Proses-proses yang dilakukan sebelum proses ini menghasilkan produk yang memiliki tekstur permukaan yang masih kasar, sehingga kurang menarik untuk dilihat. Agar produk menjadi lebih halus dan menarik perlu dilakukan pengamplasan, dengan menggunakan mesin pengamplas (sander). Output dari proses ini sudah berupa produk akhir yang sudah halus.

Produk akhir FCB ini selanjutnya dipilih dan digolongkan menurut kelas/grade akhir dan ditata dalam suatu gudang menurut waktu produksinya. Produk akhir yang dihasilkan dalam proses pengamplasan perlu di dibungkus (dipacking) agar produk menjadi lebih menarik dan aman dari kerusakan-kerusakan yang mungkin terjadi selama pengiriman barang.

4.2. Identifikasi Karakteristik Mutu dan Cacat yang terjadi pada Pembuatan FCB

Tahap awal yang perlu dilakukan sebelum melangkah pada pembuatan dan pengembangan peta kontrol, adalah melakukan identifikasi terhadap seluruh karakteristik kualitas yang menjadi dasar bagi penilaian mutu produk FCB. Berdasarkan pengamatan langsung di pabrik, karakteristik mutu yang menjadi tolok ukur dalam menilai produk FCB adalah :

1. Dimensi Produk : yaitu ukuran produk yang meliputi : panjang , lebar diagonal serta ketebalan produk akhir yang dihasilkan
2. Kadar Air : yaitu seberapa banyak kandungan air yang dimiliki oleh FCB, dinyatakan dengan satuan ukuran pada alat pengukur
3. Kondisi Permukaan : meliputi halus/kasarnya permukaan FCB, lurus dan tidaknya lembaran FCB, kesiku-sikuan tepi dan sudut-sudutnya, dan lain lain
4. Warna Produk FCB : yaitu warna permukaan FCB, dalam hal ini target warna yang hendak dicapai adalah putih , tidak terdapat warna lain seperti kemerah-merahan atau juga kehitam-hitaman.

Berdasarkan karakteristik kualitas diatas, dilakukan pengamatan jenis-jenis cacat yang mungkin terjadi pada proses produksi FCB. Dari hasil pengamatan didapatkan jenis-jenis cacat yang timbul pada pembuatan FCB, dinyatakan dalam tabel berikut ini :

No	Jenis Cacat	Kode Cacat
1	Panjang diatas spesifikasi	Lt+
2	Panjang dibawah spesifikasi	Lt-
3	Lebar diatas spesifikasi	Wd+
4	Lebar dibawah spesifikasi	Wd-
5	Diagonal diatas spesifikasi	Dg+
6	Kadar air diatas spesifikasi	Wc+
7	Kadar air dibawah spesifikasi	Wc-
8	Tebal diatas spesifikasi	Tc+
9	Tebal dibawah spesifikasi	Tc-
10	Permukaan kasar	Cs
11	Warna kemerah-merahan	Rd
12	Lembaran bengkok	Nl
13	Sudut tidak menyiku	Pi
14	Sambungan antar elemen renggang	Ep

Tabel Jenis Cacat yang Terjadi pada Pembuatan FCB

4.3. Penentuan Karakteristik Kualitas yang Dikendalikan

Setelah didapatkan data mengenai karakteristik kualitas dan jenis-jenis cacat yang ditemui pada FCB , berikutnya akan ditentukan karakteristik kualitas mana yang penting untuk dikendalikan, dengan didasarkan pada banyaknya cacat yang berkaitan dengan karakteristik mutu tertentu itu tersebut muncul. Untuk itu dilakukan pengambilan sampel terhadap unit-unit FCB yang telah dihasilkan.

Ketentuan pengambilan sampel seperti adalah, bahwa pengambilan sampel dilakukan secara terus-menerus sehingga diperoleh FCB yang cacat sejumlah dua-ratus buah. Dari pengambilan sampel tersebut, didapatkan data-data cacat seperti yang tertera pada tabel berikut ini :

No	Kode Cacat	Tanggal Pengamatan							Total
		2/3/96	3/3/96	5/3/96	6/6/96	8/3/96	10/3/96	11/3/96	
1	Lt+	11	8	13	9	12	10	8	71
2	Lt-	9	7	5	6	10	8	11	56
3	Wd+	13	11	8	6	15	7	6	66
4	Wd-	8	14	6	10	5	8	7	58
5	Dg+	10	13	12	9	6	10	9	69
6	Rd	14	19	17	15	9	15	13	102
7	Wc+	30	27	34	29	25	29	30	204
8	Wc-	26	29	28	32	27	30	28	200
9	Cs	11	9	12	7	8	8	9	64
10	NI	13	14	11	9	12	13	8	80
11	Tc+	24	19	25	28	25	25	27	173
12	Tc-	19	15	17	24	28	21	23	147
13	PI	7	8	6	7	10	9	10	57
14	Ep	5	7	6	9	8	7	11	53

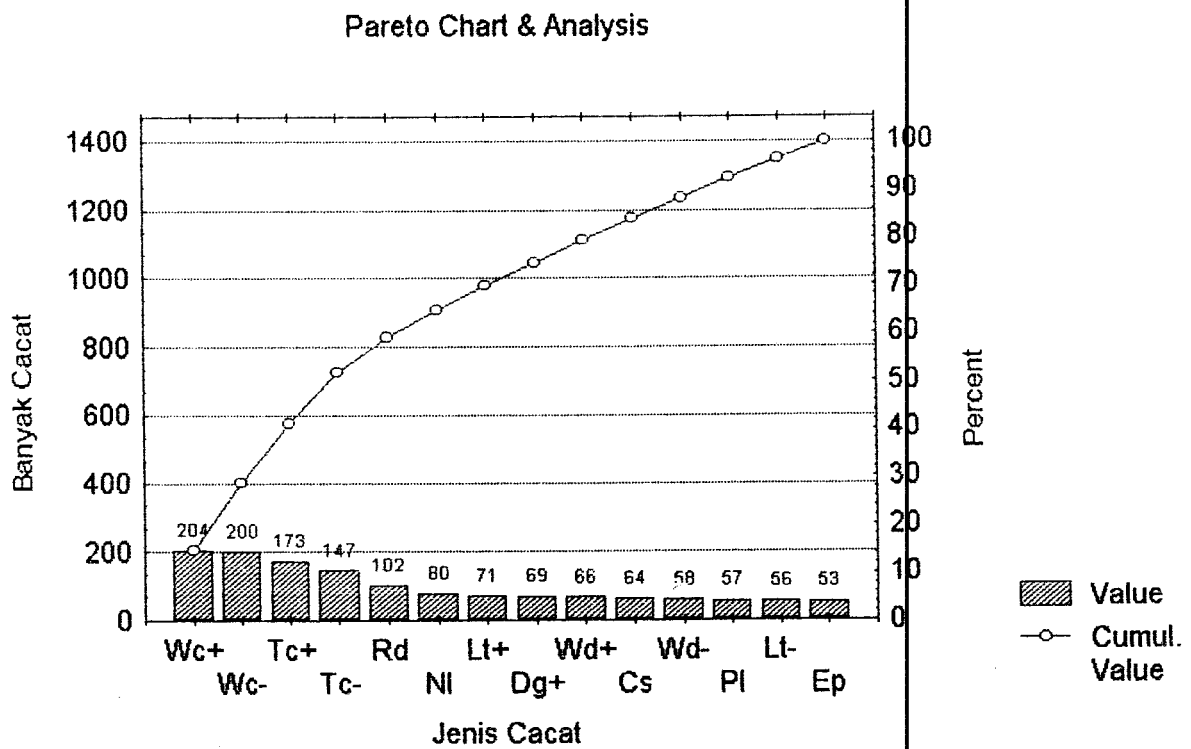
Tabel Data Cacat yang diperoleh dari pengambilan terhadap 200 sampel Cacat yang diperoleh

Dengan melakukan perhitungan terhadap prosentase masing-masing katagori cacat terhadap total secara keseluruhan, dan selanjutnya dilakukan pengurutan dari prosentase cacat terbesar ke prosentase cacat terkecil akhirnya dapat ditentukan cacat/ karaktereistik mutu yang perlu dikendalikan. Hasil perhitungan dan pengurutan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

No	Kode Cacat	Jumlah Cacat	Persen Cacat	Persen Cacat Kumulatif
1	Wc+	204	14.57	14.57
2	Wc-	200	14.29	28.86
3	Tc+	173	12.36	41.21
4	Tc-	147	10.50	51.71
5	Rd	102	7.29	59.00
6	NI	80	5.71	64.71
7	Lt+	71	5.07	69.79
8	Dg+	69	4.93	74.71
9	Wd+	66	4.71	79.43
10	Cs	64	4.57	84.00
11	Wd-	58	4.14	88.14
12	PI	57	4.07	92.21
13	Lt-	56	4.00	96.21
14	Ep	53	3.79	100.00

Tabel Prosentase Cacat untuk tiap-tiap jenis cacat setelah diurutkan

Agar diperoleh gambaran visual yang lebih jelas terhadap prosentase masing-masing cacat, disajikan kurva Pareto sebagai berikut :



Berdasarkan tabel dan kurva Pareto yang disajikan, didapatkan bahwa cacat-cacat yang perlu mendapat prioritas untuk dikendalikan adalah cacat yang berkaitan dengan karakteristik ketebalan dan kadar air FCB, sehingga diputuskan bahwa karakteristik kualitas yang akan dikendalikan adalah ketebalan dan kadar air FCB.

4.4. Penentuan Proses Yang Diamati

Dari pengamatan yang dilakukan di pabrik, serta informasi yang diperoleh dari departemen produksi, ketebalan akhir FCB ditentukan oleh proses sending. Dengan demikian pengamatan selanjutnya untuk memperoleh data-data ketebalan FCB dilakukan dengan mengukur output ketebalan yang dihasilkan oleh proses ini.

Sedangkan untuk karakteristik kadar air, ditentukan oleh proses pengovenan yang terjadi di dapur pengering. Sehingga proses yang diamati dalam kaitannya dengan kadar air ini adalah proses pengovenan.

BAB V

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

5.1. Data Ketebalan FCB

Sebelum melakukan pengamatan terhadap data ketebalan FCB, diusahakan agar kondisi proses produksi yang diamati benar-benar mencerminkan kondisi proses produksi yang sebenarnya. Hal ini dimaksudkan agar data yang terkumpul, tidak bias oleh kondisi proses yang tidak lazim ditemui, misalnya adanya rasa ketakutan dari pihak operator yang akan mempengaruhi kinerja proses produksi secara keseluruhan.

a. Penentuan Proses yang Diamati

Sesuai dengan hasil pengamatan yang diperoleh sebelumnya, bahwa ketebalan akhir dari FCB ditentukan oleh proses sending, sehingga pengamatan terhadap data ketebalan FCB akan dipusatkan pada proses ini. Data-data ketebalan FCB diukur dari output yang dihasilkan dari proses sending ini.

b. Sistem Pengukuran.

Untuk mengukur data-data ketebalan FCB, digunakan peralatan yang dikenal dengan sket match, atau sering dikenal dengan jangka sorong. Satuan pengukuran dimiliki oleh alat tersebut adalah 0.1 mm.

5.1.1. Ketentuan Subgrup

Untuk data ketebalan FCB ini ukuran subgrup yang diambil adalah 10 buah. Pertimbangan jumlah subgrup tersebut adalah bahwa jumlah tersebut cukup untuk menyelidiki variasi sesaat yang timbul pada suatu titik/saat pengamatan. Frekwensi pengambilan subgrup ditentukan dalam jam , sedangkan jumlah subgrup yang sebanyak 30 buah.

5.1.2. Pengumpulan Data Ketebalan FCB

Berdasarkan ketentuan subgrup diatas, selanjutnya dilakukan pengumpulan data ketebalan FCB yang diperoleh dari output mesin sending. Data selengkapnya dapat dilihat pada lembaran A-1

5.1.3 Pembuatan Peta Kontrol Awal Ketebalan FCB.

Berdasarkan data-data yang terkumpul tersebut, dibuat peta kontrol awal untuk karakteristik ketebalan FCB, dengan pengolahan dan perhitungan data dengan menggunakan aplikasi Statisca for Window didapatkan hasil seperti berikut ini :

- Peta Kontrol X

$$BKA_x = 13,82$$

$$GT_x = 13,36$$

$$BKB_x = 12,91$$

- Peta Kontrol R

$$BKA_R = 2,60$$

$$GT_R = 1,47$$

$$BKB_R = 0.327$$

Gambar peta kontrol awal untuk ketebalan FCB dapat dilihat pada lembaran A4 & A5

5.1.4. Interpretasi Peta Kontrol Ketebalan FCB

Dengan mengamati peta kontrol ketebalan FCB yang terbentuk, selanjutnya dilakukan analisa dan interpretasi terhadap kondisi keterkendalian proses sebagai berikut :

- a. Titik-titik yang keluar dari batas kontrol

- Untuk peta kontrol X terdapat enam titik yang keluar dari batas kontrol, yaitu titik-titik ke 7, 9, 14, 17, 22, dan 26.
- Untuk peta kontrol R terdapat satu titik yang keluar dari peta kontrol, yaitu titik ke 18.

- b. Kelompok titik dengan bentuk khusus.

- deret : tidak ada
- kecenderungan : tidak ada
- perulangan : tidak ada
- terjepit : tidak ada
- pelompatan : tidak ada

Kesimpulan yang didapat dari peta kontrol awal ini adalah , bahwa proses dalam keadaan tidak terkedali, dan sesuai dengan catatan yang ada pada lembar pengamatan kondisi proses saat terjadinya titik diluar spesifikasi tersebut menunjukkan kondisi yang tidak wajar.

5.1.5 Pembentukan Peta Kontrol Baku Ketebalan FCB

Dengan berdasarkan pada peta kontrol awal yang dibuat, dimana titik-titik yang keluar dari batas kontrol dihilangkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali terhadap nilai tengah dan batas-batas kontrolnya , didapatkan hasil sebagai berikut :

Peta Kontrol X

- $BKA_X = 13,55$
- $GT_X = 13,15$
- $BKB_B = 12,75$

Peta Kontrol R

- $BKA_R = 2,30$
- $GT_R = 1,30$
- $BKB_R = 0,30$

Peta kontrol yang diperoleh dari revisi terhadap peta kontrol awal ini, selanjutnya dapat dianggap sebagai peta kontrol baku ketebalan FCB, dan dapat digunakan sebagai peta

kontrol untuk mengendalikan proses pada tahap berikutnya. Gambar peta kontrol baku ketebalan dapat dilihat pada lembaran A7 & A8

5.1.6. Analisa Kemampuan Proses

Setelah peta kontrol baku ketebalan FCB dibuat, langkah berikut yang perlu dilakukan adalah menganalisa kemampuan proses berdasarkan indeks kemampuan proses C_p . Pihak perusahaan menentukan bahwa spesifikasi ketebalan FCB adalah (13 ± 1) mm. Dengan nilai $\sigma = R/d_2$, dimana R dan d_2 masing-masing adalah nilai range rata-rata yang dapat dilihat pada lembar pengolahan, dan nilai yang terdapat pada tabel.

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} ; \sigma = 1,295/3,078 = 0,421$$

$$C_p = \frac{2}{6 \cdot 0,421}$$

$$C_p = 0,792$$

Dengan memperhatikan nilai C_p diatas, nampak bahwa kemampuan proses relatif masih kecil. Ini berarti bahwa proesestase produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan menjadi besar. Untuk itu perlu diupayakan agar variasi produk FCB diperkecil melalui tindakan yang tepat.

Perkiraan prosentase produk yang akan keluar dari batas spesifikasi dapat dihitung sebagai berikut :

Perkiraan prosentase produk yang akan keluar dari batas spesifikasi dapat dihitung sebagai berikut :

$$Z_{BKA} = \frac{BKA - \bar{X}}{\sigma} = \frac{14,0 - 13,149}{0,421} = 2,021$$

$$Z_{BKB} = \frac{\bar{X} - BSB}{\sigma} = \frac{13,149 - 12,0}{0,421} = 2,729$$

Dengan melihat nilai P_z pada tabel normal didapatkan :

$$P_{BKA} = P_{2,021} = 0,0217 \text{ (2,17 \%)}$$

$$P_{BKB} = P_{2,729} = 0,0032 \text{ (0,32 \%)}$$

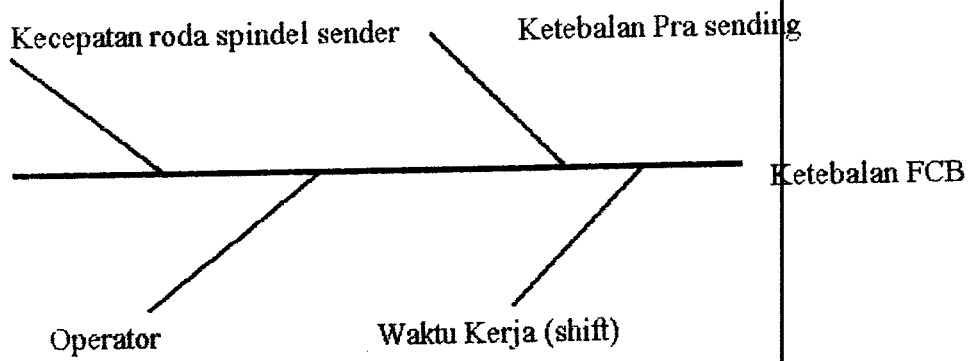
$$\text{Total} = 2,49 \%$$

Jadi perkiraan prosentase produk yang akan keluar dari spesifikasi yang ditentukan adalah sebesar 2,49 % dari total produk keseluruhan.

5.1.7. Identifikasi Faktor Pembentuk Ketebalan FCB

Setelah pata kontrol ketebalan FCB dibentuk serta analisa kemampuan proses dilakukan, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mengusahakan peningkatan kemampuan proses yang berlangsung saat ini. Termasuk dalam usaha ini, adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan FCB pada proses sending untuk kemudian memanfaatkan informasi tersebut pada desain proses sending tersebut. Guna mempermudah identifikasi dan penelusuran faktor yang berpengaruh terhadap terhadap

mempermudah identifikasi dan penelusuran faktor yang berpengaruh terhadap terhadap ketebalan tersebut, dibuat diagram sebab yang menggambarkan faktor apa saja yang diduga berpengaruh dalam membentuk ketebalan akhir FCB. Dari pengamatan yang dilakukan ada empat faktor yang perlu diselidiki pada proses sending ini, yaitu : Kecepatan roda spindel mesin sender, ketebalan semi FCB sebelum diproses (ketebalan pra sending), waktu kerja, operator.



Dari empat faktor diatas, mengingat keterbatasan ruang percobaan yang dilakukan, dipilih dua faktor yang menurut pengamatan peneliti berpengaruh terhadap ketebalan akhir FCB, yaitu faktor operator dan faktor ketebalan pra sending. Susunan desain eksperimen yang akan dilakukan untuk menguji kedua faktor tersebut adalah sebagai berikut :

	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Operator 4	operator 5
Tb1	X11	X12	X13	X14	X15
Tb2	X21	X22	X23	X24	X25
Tb3	X31	X32	X33	X34	X35

Keterangan

Tb1 = Tebal awal 20 mm

Tb2 = Tebal awal 18 mm

Tb3 = Tebal awal 16 mm

Replikasi yang diambil dalam percobaan ini adalah empat buah.

Hepotesa awal (H_0) yang dirumuskan dalam percobaan ini adalah “tidak ada perbedaan efek kedua faktor , yaitu operator dan ketebalan awal (pra sending) serta interaksi kedua faktor tersebut terhadap ketebalan akhir FCB”. Sedangkan Hepotesa tandingan (H_1) adalah : “ ada perbedaan pengaruh kedua faktor tersebut beserta interaksinya terhadap ketebalan akhir FCB”.

Data hasil percobaan ini selengkapnya dapat dilihat pada lembaran A.8. Perhitungan data ini dilakukan dengan bantuan paket program Statistica for Window, diperoleh hasil seperti yang terdapat pada lembaran A.9. Dengan menetapkan harga $\alpha = 0.05$, diperoleh kesimpulan bahwa baik faktor operator maupun faktor ketebalan pra sending , serta interaksi kedua faktor tersebut memberikan pengaruh yang berbeda terhadap ketebalan FCB.

Informasi diatas dapat dimanfaatkan untuk merancang proses sending dengan performansi yang lebih baik. Sebab selama ini yang terjadi pada pada proses sending ini, kemampuan operator untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dianggap seragam, sehingga perhatian pada ketrampilan individual masing-masing opetor menjadi kurang. Demikian halnya dengan ketebalan produk pra sending, input proses sending yang terdiri dari lembaran papan dengan ketebalan yang berbeda-beda, sehingga pada akhirnya akan dihasilkan produk akhir yang memiliki ketebalan yang bervariasi.

5.2. Data Kadar Air FCB

Seperti halnya dengan tahap persiapan yang diambil pada pengumpulan data ketebalan FCB diatas, suasana lingkungan yang menunjang untuk pengumpulan data-data kadar air juga dilakukan, agar gambaran proses yang sesungguhnya dapat muncul.

a. Penentuan Proses yang Diamati

Sesuai dengan hasil pengamatan yang diperoleh sebelumnya, bahwa kadar air dari FCB ditentukan oleh proses pengovenan yang dilakukan pada dapur pengering (dry kiln), sehingga pengamatan terhadap data kadar air FCB akan dipusatkan pada proses ini. Data-data kadar air FCB diukur dari output yang dihasilkan dari proses pengeringan ini

b. Sistem Pengukuran

Untuk mengukur data-data kadar air FCB, digunakan alat pengukur yang memiliki jarum penunjuk yang digerakkan oleh baterai. Alat tersebut mempunyai dua buah elektroda, yaitu positif dan negatif. Untuk mengukur kadar air FCB, kedua ujung-ujung elektroda tersebut ditancapkan pada bagian FCB yang diukur. Kadar air FCB, akan ditunjukkan langsung oleh jarum penunjuk yang ada pada alat tersebut. Satuan pengukuran yang dimiliki alat tersebut adalah cM.

5.2.1. Ketentuan Subgrup

Ukuran subgrup yang diambil pada pengumpulan data kadar air FCB ini adalah 10 buah. Pertimbangan jumlah subgrup tersebut adalah bahwa jumlah tersebut cukup untuk menyelidiki variasi sesaat yang timbul pada suatu titik pengamatan terhadap kadar air FCB.

Frekwensi pengambilan subgrup ditentukan dalam hari, mengingat proses pengovenan ini memerlukan waktu proses kurang lebih selama 18 jam. Sedangkan jumlah subgrup yang diambil sebanyak 30 buah.

5.2.2. Pengumpulan Data Kadar Air FCB

Sesuai dengan ketentuan subgrup yang diambil untuk data kadar air FCB, dilakukan pengumpulan data yang hasilnya secara lengkap dapat dilihat pada lembaran B.1. Untuk menguji kenormalan data yang diperoleh, dilakukan uji chi square dan plotting data kadar air terhadap kurva normal, seperti yang terlihat pada lembaran B.2 & B.3. Dengan menggunakan nilai p level sebesar 0.05 didapatkan kesimpulan, bahwa data kadar air terdistribusi normal.

5.2.3. Pembuatan Peta Kontrol Awal Kadar Air FCB

Berdasarkan data-data kadar air yang terkumpul, selanjutnya dibuat peta kontrol awalnya yang dapat dilihat pada lembaran pengolahan data B.4 - B.5. Nilai-nilai batas kontrol dan garis tengahnya adalah sebagai berikut :

Peta Kontrol \bar{X}

- $BKA_{\bar{X}} = 13,98$
- $GT_{\bar{X}} = 12,34$
- $BKB_{\bar{X}} = 10,69$

Peta Kontrol R

- $BKA_R = 9,48$
- $GT_R = 5,33$
- $BKB_R = 1,19$

5.2.4. Interpretasi Peta Kontrol Kadar Air FCB.

Dengan mengamati peta kontrol ketebalan FCB yang terbentuk, selanjutnya dilakukan interpretasi dan analisa terhadap kondisi keterkendalian proses sebagai berikut :

a. Titik-titik yang keluar dari batas kontrol

- Untuk peta kontrol \bar{X} terdapat satu titik yang keluar dari batas kontrol, yaitu titik-titik ke 20.
- Untuk peta kontrol R , tidak ada titik yang keluar dari batas kendali.

b. Kelompok titik dengan bentuk khusus.

- deret : tidak ada
- kecenderungan : tidak ada
- perulangan : tidak ada
- terjepit : tidak ada
- pelompatan : tidak ada

Kesimpulan yang didapat dari peta kontrol awal ini adalah , bahwa proses dalam keadaan tidak terkedali,

5.2.5. Pembentukan Peta Kontrol Baku Kadar Air

Dengan berdasarkan pada peta kontrol awal yang dibuat, dimana titik-titik yang keluar dari batas kontrol dihilangkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali terhadap nilai tengah dan batas-batas kontrolnya , didapatkan hasil sebagai berikut :

Peta Kontrol X

- $BKA_X = 13,84$
- $GT_X = 12,20$
- $BKB_B = 10,56$

Peta Kontrol R

- $BKA_R = 9,45$
- $GT_R = 5,32$
- $BKB_R = 1,19$

Peta kontrol yang diperoleh dari revisi terhadap peta kontrol awal ini, selanjutnya dapat dianggap sebagai peta kontrol baku kadar air FCB, dan dapat digunakan sebagai peta kontrol untuk mengendalikan proses pada tahap berikutnya. Gambar peta kontrol baku kadar air, dapat dilihat pada lembaran B.6. & B.7.

Peta kontrol yang diperoleh dari revisi terhadap peta kontrol awal ini, selanjutnya dapat dianggap sebagai peta kontrol baku kadar air FCB, dan dapat digunakan sebagai peta kontrol untuk mengendalikan proses pada tahap berikutnya.

5.2.6. Analisa Kemampuan Proses

Tahap selanjutnya adalah menganalisa kemampuan proses berdasarkan indeks kemampuan proses (C_p) yang ditunjukkan. Pihak perusahaan menentukan bahwa spesifikasi kadar air FCB adalah (12 ± 4) cM. Dengan nilai $\sigma = R/d_2$, dimana R dan d_2 masing-masing adalah nilai range rata-rata yang dapat dilihat dari lembar pengolahan, dan nilai yang terdapat pada tabel.

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad ; \quad \sigma = 5,321/3,078 = 1,728$$

$$C_p = \frac{8}{6 \cdot 1,728}$$

$$C_p = 0,772$$

Nilai C_p seperti yang terlihat diatas, menunjukkan bahwa kemampuan proses dalam menghasilkan output yang sesuai dengan spesifikasi masih rendah, sehingga perbaikan terhadap kemampuan proses tersebut masih sangat mungkin dilakukan. Tindakan perlu diambil untuk memperbaiki kemampuan proses, sehingga variasi yang disebabkan oleh common cause berkurang.

Sedangkan perkiraan produk yang akan keluar dari spesifikasi pada proses yang berlangsung sekarang (saat pengamatan ini dilakukan) dapat dihitung sebagai berikut :

$$Z_{BKA} = \frac{BKA - \bar{X}}{\sigma} = \frac{16,0 - 12,20}{1,728} = 2,199$$

$$Z_{BKB} = \frac{\bar{X} - BSB}{\sigma} = \frac{12,20 - 8}{1,728} = 2,431$$

Dengan melihat nilai P_z pada tabel normal didapatkan :

$$P_{BKA} = P_{2,199} = 0,0139 \text{ (1,39 \%)}$$

$$P_{BKB} = P_{2,431} = 0,0075 \text{ (0,75 \%)}$$

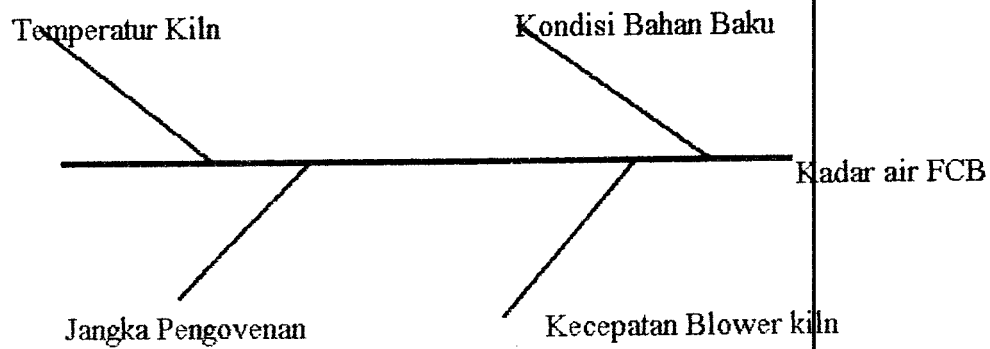
$$\text{Total} = 2,14 \%$$

Jadi perkiraan prosentase produk yang akan keluar dari spesifikasi yang ditentukan adalah sebesar 2,14 % dari total output proses pengovenan yang sedang berjalan saat ini.

5.2.7. Identifikasi Faktor Pembentuk Kadar Air FCB

Informasi yang diperlukan dalam program perbaikan kualitas produk setelah peta kontrol proses dan analisa kemampuan proses dilakukan, adalah pengetahuan mengenai faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kualitas tersebut. Untuk karakteristik kadar air, akan diteliti faktor-faktor apa saja yang melekat pada proses pengovenan yang dapat mempengaruhi kadar air FCB.

Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa faktor yang mungkin berpengaruh terhadap ketebalan FCB adalah : jangka waktu pengovenan, kondisi bahan baku dalam arti basah atau kering, temperatur dry kiln, serta kecepatan blower kiln.



Dari empat faktor diatas, mengingat keterbatasan percobaan yang dilakukan, dipilih dua faktor yang menurut pengamatan peneliti berpengaruh terhadap kadar air FCB, yaitu faktor angka waktu pengovenan dan faktor kondisi bahan baku apakah basah atau kering. Susunan percobaan yang dilakukan sebagai berikut :

Jangka Waktu Oven	Kondisi Bahan Baku	
	Kering	Basah
Waktu 1	X11	X12
Waktu 2	X21	X22
Waktu 3	X31	X32

Keterangan

Waktu 1 = 48 jam

Waktu 2 = 36 jam

Waktu 3 = 24 jam

Replikasi dilakukan sebanyak empat buah

Hepotesa awal (H_0) yang dirumuskan dalam percobaan ini adalah “tidak ada perbedaan efek kedua faktor , yaitu kondisi bahan baku dan jangka waktu pengovenan serta interaksi kedua faktor tersebut terhadap kadar air akhir FCB”. Sedangkan Hepotesa tandingan (H_1) adalah : “ ada perbedaan pengaruh kedua faktor tersebut beserta interaksinya terhadap kadar air FCB”.

Data hasil percobaan ini selengkapnya dapat dilihat pada lembaran B.8. Perhitungan data ini dilakukan dengan bantuan paket program Statistica for Window, diperoleh hasil seperti yang terdapat pada lembaran B.9. Dengan menetapkan harga $\alpha = 0.05$, diperoleh kesimpulan bahwa faktor jangka waktu pengovenan dan kondisi awal bahan baku memberikan pengaruh yang berbeda terhadap ketebalan FCB.

Hasil percobaan diatas dapat dijadikan informasi awal yang berharga untuk merancang proses pengovenan yang lebih baik. Pihak pabrik belum dapat menentukan standar berapa lama waktu yang terbaik yang dapat menghasilkan produk dengan kadar air yang sesuai dengan spesifikasi. Demikian pula untuk faktor kondisi bahan baku, yang selama ini dilakukan di perusahaan bahan baku dengan tingkat kebasahan yang berbeda-beda tidak dilakukan pemisahan pada saat pengovenan, sehingga output yang dihasilkan akan memiliki kadar air yang berbeda-beda pula.

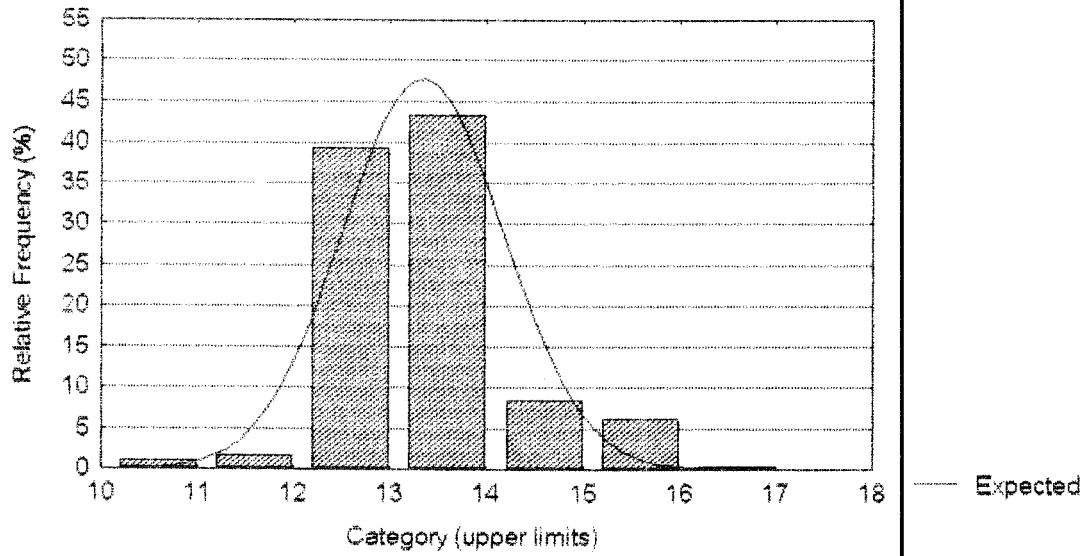
No	Tanggal	Jam	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	4-Apr-96	09:00	12.8	12.9	13.1	13.0	12.7	13.5	13.1	12.8	13.0	13.2
2	4-Apr-96	14:00	12.7	12.8	12.6	12.8	13.1	14.1	13.5	13.6	12.8	12.8
3	4-Apr-96	15:00	13.5	12.6	12.6	12.8	13.6	13.5	13.4	13.5	13.4	13.0
4	5-Apr-96	09:00	14.2	14.0	12.6	12.5	13.0	13.2	12.4	12.5	14.0	14.1
5	5-Apr-96	14:00	12.8	13.0	13.2	13.5	12.9	13.0	13.3	12.9	12.8	12.8
6	5-Apr-96	15:00	13.2	14.0	13.4	13.8	14.2	14.1	13.5	13.8	13.4	13.5
7	6-Apr-96	09:00	12.9	12.7	13.2	13.2	11.2	11.8	13.1	11.8	12.6	12.9
8	6-Apr-96	14:00	14.1	13.8	13.8	12.9	13.4	13.2	14.0	12.6	12.6	13.0
9	6-Apr-96	15:00	15.4	15.2	15.8	14.9	14.0	15.5	14.8	15.4	15.3	15.8
10	8-Apr-96	09:00	13.0	12.7	12.7	13.2	13.0	14.0	12.8	12.8	13.4	13.1
11	8-Apr-96	14:00	12.8	13.0	13.1	12.7	13.4	13.4	13.2	13.1	12.9	14.5
12	8-Apr-96	15:00	14.2	13.5	13.5	13.0	13.2	13.6	12.8	13.0	12.8	12.6
13	10-Apr-96	09:00	13.2	13.2	12.6	12.8	12.8	12.9	12.8	13.5	13.2	13.4
14	10-Apr-96	14:00	14.0	14.0	13.8	13.5	14.2	14.0	14.2	15.0	14.0	13.8
15	10-Apr-96	15:00	12.6	12.8	13.0	13.1	12.9	13.3	13.6	12.7	13.2	13.2
16	11-Apr-96	09:00	13.1	13.2	12.8	12.6	13.8	13.6	14.0	13.1	13.4	13.4
17	11-Apr-96	14:00	12.9	13.4	13.4	15.2	15.3	14.8	12.6	12.6	14.4	12.6
18	11-Apr-96	15:00	13.3	13.4	12.8	12.9	13.1	11.2	10.8	11.0	11.4	10.9
19	12-Apr-96	09:00	13.2	13.5	13.2	13.7	12.9	13.0	12.8	12.7	12.8	12.8
20	12-Apr-96	14:00	14.5	13.0	13.0	13.4	12.6	12.6	13.4	13.4	13.5	14.0
21	12-Apr-96	15:00	12.6	13.4	12.8	12.8	13.2	13.6	14.5	12.4	12.5	14.2
22	13-Apr-96	09:00	13.0	13.5	13.1	13.1	15.2	13.8	15.4	14.8	14.5	15.0
23	13-Apr-96	14:00	12.8	13.0	12.8	12.9	12.9	13.2	13.2	13.3	12.8	13.9
24	13-Apr-96	15:00	13.3	12.7	12.9	13.0	13.1	12.6	12.9	13.1	13.1	12.8
25	15-Apr-96	09:00	14.2	13.0	13.0	13.2	13.3	13.2	12.8	12.8	13.4	13.2
26	15-Apr-96	14:00	16.2	15.8	15.8	14.6	15.4	15.5	15.6	14.8	15.4	15.4
27	15-Apr-96	15:00	12.8	12.8	13.6	13.5	14.1	13.2	12.6	12.6	13.1	13.6
28	16-Apr-96	09:00	13.0	13.0	13.2	13.1	12.6	12.6	13.2	13.4	13.5	13.0
29	16-Apr-96	14:00	14.0	13.2	13.5	13.5	13.4	12.8	13.2	13.2	14.0	12.8
30	16-Apr-96	15:00	12.6	12.6	13.5	13.2	13.4	12.5	12.6	13.0	13.2	13.0

Data Ketebalan FCB

Variable VAR2 : distribution: Normal (tebalafo.sta)									
Kolmogorov-Smirnov d = .0761305, p < .10									
Chi-Square: 54.77913, df = 2, p = .0000000									
Upper Boundary	observed freq-cy	cumulatv observed	percent observed	cumul. % observed	expected freq-cy	cumulatv expected	percent expected	cumul. % expected	observed-expected
<= 11	3	3	1.00000	1.0000	.7686	.7686	.25621	.2562	2.2314
12.	5	8	1.66667	2.6667	15.6538	16.4224	5.21743	5.4741	-10.6538
13.	118	126	39.33333	42.0000	86.7384	103.1608	28.91290	34.3869	31.2616
14.	130	256	43.33333	85.3333	132.9928	236.1537	44.33045	78.7179	-2.9928
15.	25	281	8.33333	93.6667	56.9443	293.0979	16.96142	97.6993	-31.9443
16.	18	299	6.00000	99.6667	6.6915	299.7894	2.23049	99.9298	11.3085
Infinity	1	300	.33333	100.0000	.2106	300.0000	.07019	100.0000	.7894

Hasil Uji Chi Square Data Ketebalan FCB

Variable VAR2 ; distribution: Normal
Kolmogorov-Smirnov d = .0761305, p < .10
Chi-Square: 54.77913, df = 2, p = .0000000



Plotting Grafik Ketebalan Pada Kurva Normal

	Operator					
	O1	O2	O3	O4	O5	
S e n d e r	S1	13.1	13.3	14.0	13.5	13.1
		13.2	12.9	13.8	13.6	13.2
		13.3	13.0	14.1	13.6	12.9
		13.3	13.0	13.8	13.5	13.1
	S2	13.0	13.1	13.8	13.7	13.2
		12.9	12.9	14.0	13.8	13.4
		13.1	12.9	14.1	13.6	12.9
		13.1	13.2	14.1	13.6	13.0
	S3	12.3	12.1	13.6	13.4	13.0
		12.2	12.0	13.5	13.5	13.1
		12.2	12.0	12.9	13.4	12.9
		12.1	12.2	13.4	13.4	12.8

Data Hasil Rancangan Percobaan
Faktorial Efek Mesin Sender dan Operator

data file: RANCOBIB.STA [60 cases with 3 variables]

	1	2	3
	OPERATOR	SENDER	DATA
1	Oprror1	SENDER1	13.100
2	Oprror1	SENDER1	13.200
3	Oprror1	SENDER1	13.300
4	Oprror1	SENDER1	13.300
5	Oprror2	SENDER1	13.300
6	Oprror2	SENDER1	12.900
7	Oprror2	SENDER1	13.000
8	Oprror2	SENDER1	13.000
9	Oprror3	SENDER1	14.000
10	Oprror3	SENDER1	13.800
11	Oprror3	SENDER1	14.100
12	Oprror3	SENDER1	13.800
13	Oprror4	SENDER1	13.500
14	Oprror4	SENDER1	13.600
15	Oprror4	SENDER1	13.600
16	Oprror4	SENDER1	13.500
17	Oprror5	SENDER1	13.100
18	Oprror5	SENDER1	13.200
19	Oprror5	SENDER1	12.900
20	Oprror5	SENDER1	13.100
21	Oprror1	SENDER2	13.000
22	Oprror1	SENDER2	12.900
23	Oprror1	SENDER2	13.100
24	Oprror1	SENDER2	13.100
25	Oprror2	SENDER2	13.100
26	Oprror2	SENDER2	12.900
27	Oprror2	SENDER2	12.900
28	Oprror2	SENDER2	13.200
29	Oprror3	SENDER2	13.800
30	Oprror3	SENDER2	14.000

Input Data Ketebalan

Data file: RAMCOB1D.STA [60 cases with 3 variables]

	1	2	3
	OPERATOR	SENDER	DATA
30	Opptor3	SENDER2	14.000
31	Opptor3	SENDER2	14.100
32	Opptor3	SENDER2	14.100
33	Opptor4	SENDER2	13.700
34	Opptor4	SENDER2	13.000
35	Opptor4	SENDER2	13.600
36	Opptor4	SENDER2	13.600
37	Opptor5	SENDER2	13.200
38	Opptor5	SENDER2	13.400
39	Opptor5	SENDER2	12.900
40	Opptor5	SENDER2	13.000
41	Opptor1	SENDER3	12.300
42	Opptor1	SENDER3	12.200
43	Opptor1	SENDER3	12.200
44	Opptor1	SENDER3	12.100
45	Opptor2	SENDER3	12.100
46	Opptor2	SENDER3	12.000
47	Opptor2	SENDER3	12.000
48	Opptor2	SENDER3	12.000
49	Opptor3	SENDER3	13.600
50	Opptor3	SENDER3	13.500
51	Opptor3	SENDER3	12.900
52	Opptor3	SENDER3	13.400
53	Opptor4	SENDER3	13.400
54	Opptor4	SENDER3	13.500
55	Opptor4	SENDER3	13.400
56	Opptor4	SENDER3	13.400
57	Opptor5	SENDER3	13.000
58	Opptor5	SENDER3	13.100
59	Opptor5	SENDER3	12.900
60	Opptor5	SENDER3	12.800

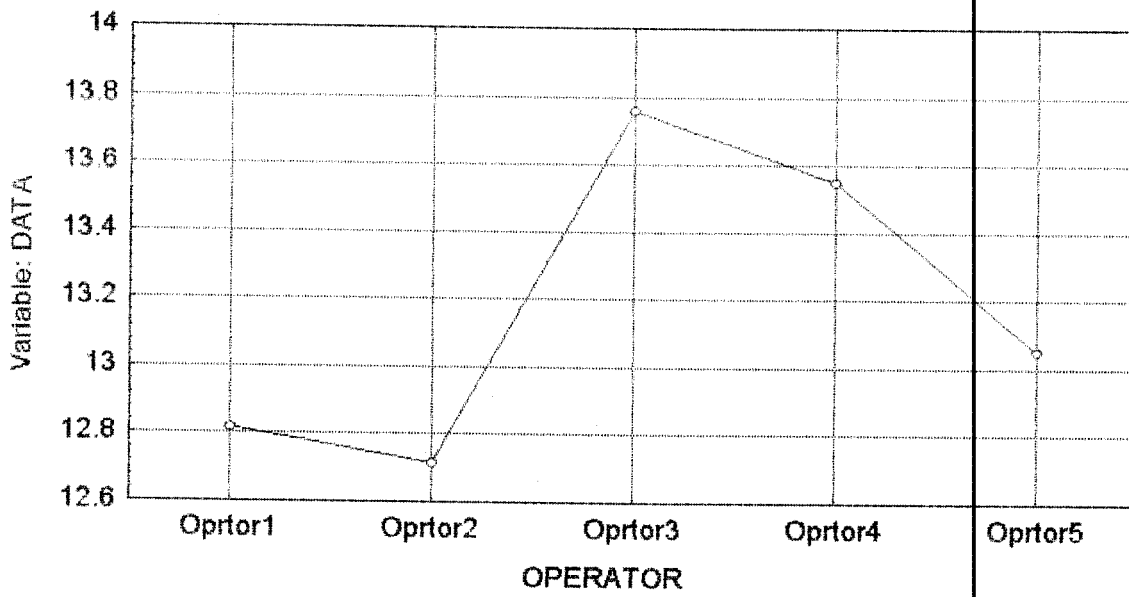
Input Data Ketebalan

STAT. GENERAL MANOVA	Summary of all Effects; design: (rancobib.sta) 1-OPERATOR, 2-SENDER					
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	4*	2.504833*	45*	.021500*	116.5039*	.000000*
2	2*	2.147167*	45*	.021500*	99.6682*	.000000*
12	8*	.217583*	45*	.021500*	10.1202*	.000000*

Hasil Pengolahan Data Disain Eksperimen

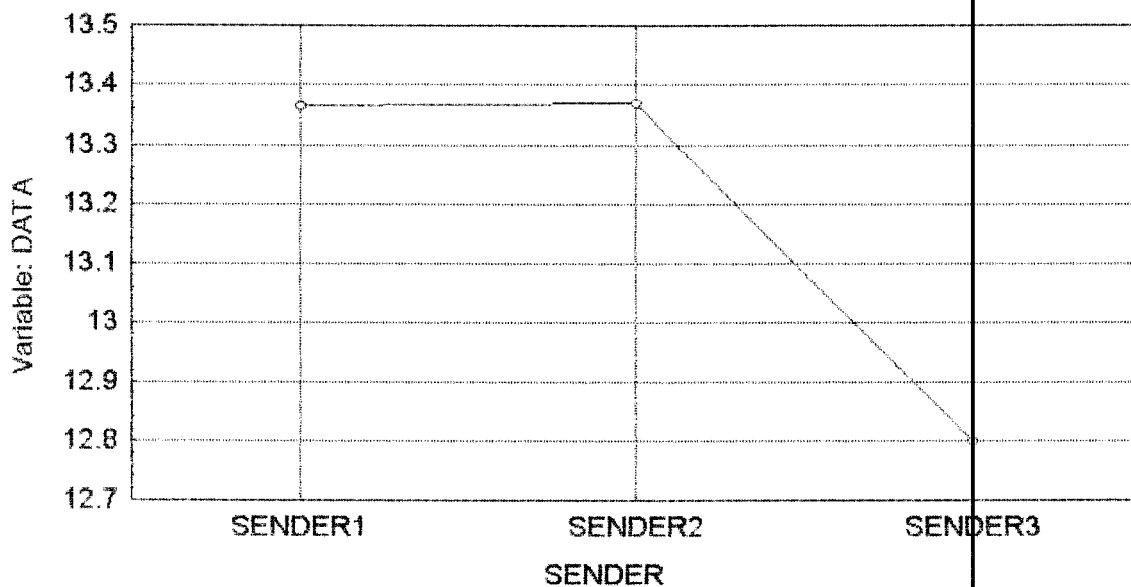
Untuk Ketebalan FCB

Plot of Means
OPERATOR Main Effect
 $F(4,45)=116.50; p<.0000$



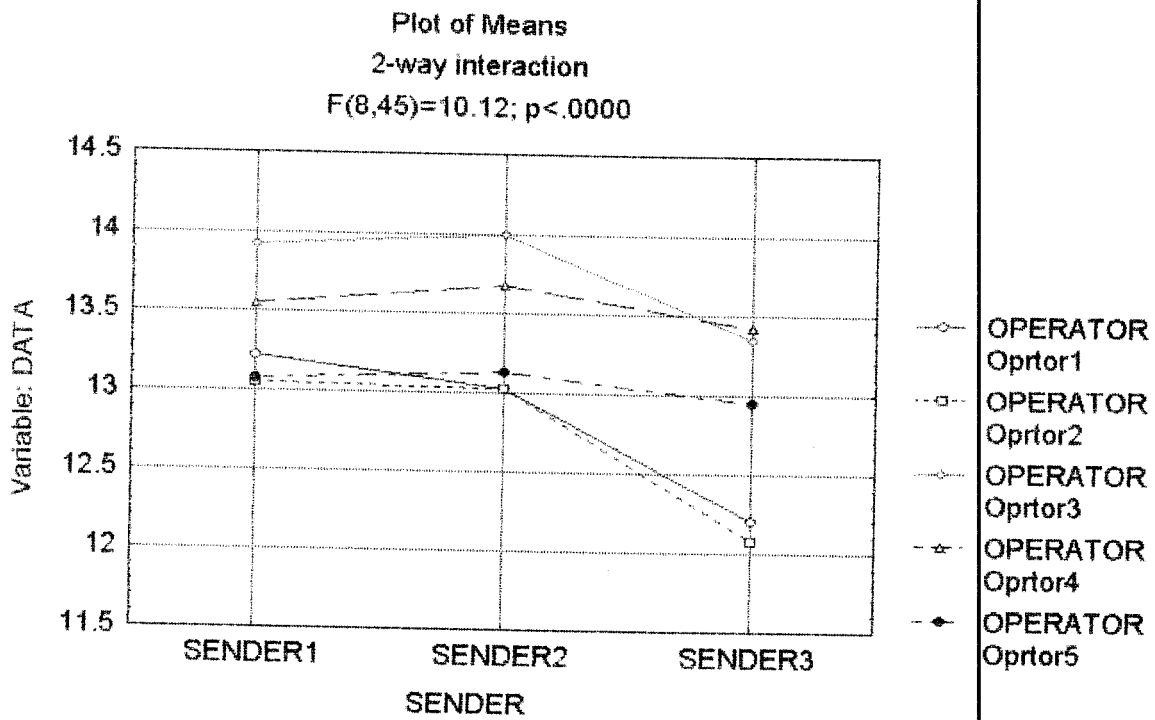
Kurva Efek Operator Mesin Terhadap
Ketebalan FCB

Plot of Means
SENDER Main Effect
 $F(2,45)=99.87; p<.0000$



Kurva Efek Mesin Sender

Pada Ketebalan FCB



Kurva Efek Interaksi Sender dan Operator
Terhadap Ketebalan FCB

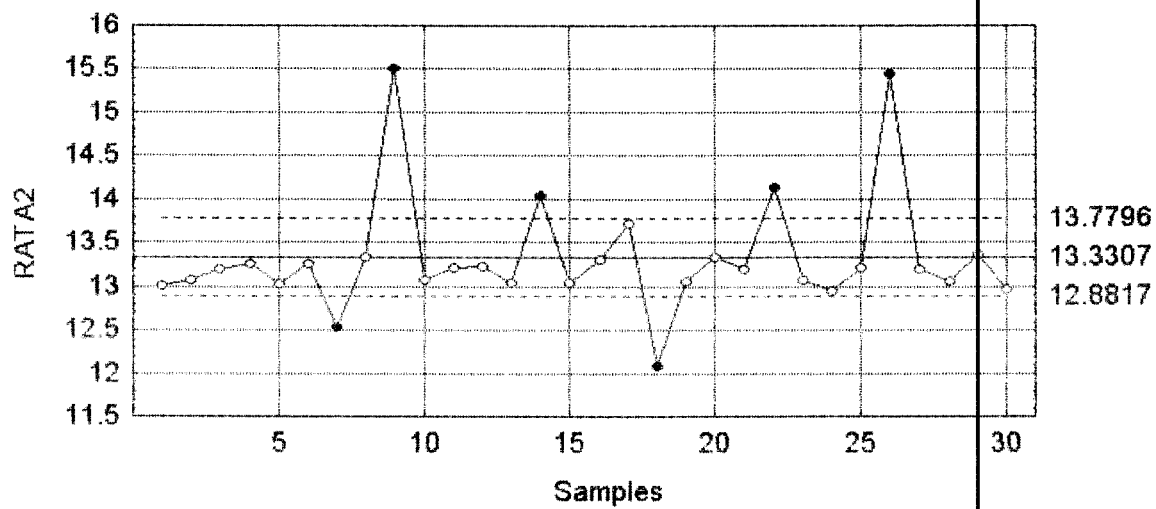
X-BAR CHART Mean: 13.3307

Standard: 13.3307

Sigma: .473251

Standard: .473251

N per Sample: 10



Peta X Awal Ketebalan FCB

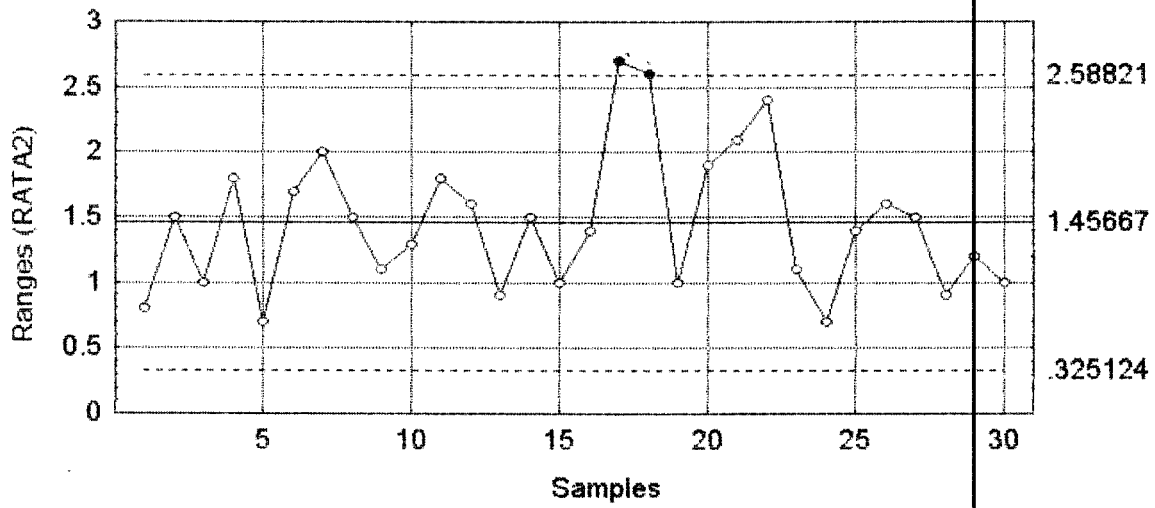
R CHART: Mean: 1.45667

Standard: 1.45667

Sigma: .377181

Standard: .377181

N per Sample: 10



Peta R Awal Ketebalan FCB

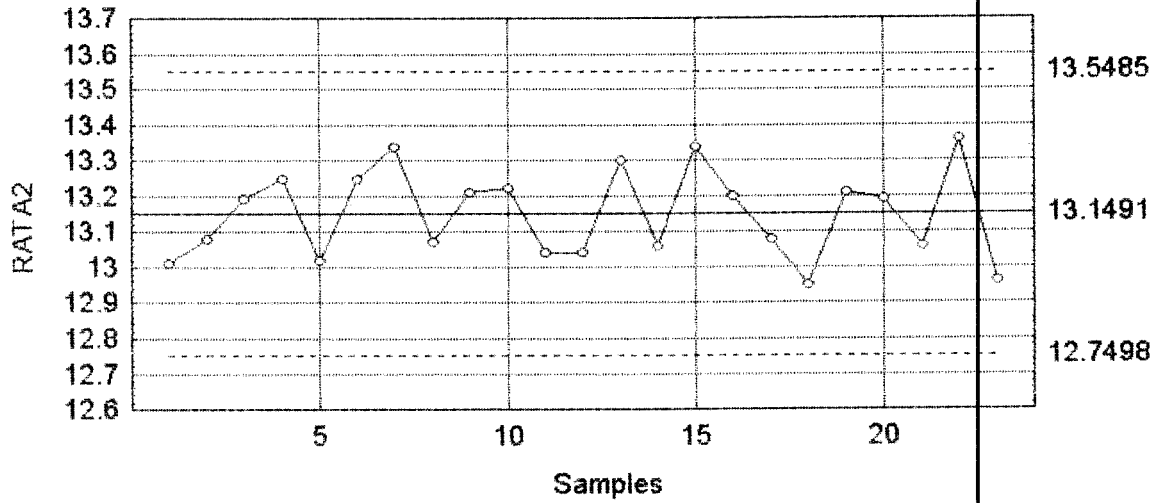
X-BAR CHART Mean: 13.1491

Standard: 13.1491

Sigma: .420940

Standard: .420940

N per Sample: 10



Peta X Baku Ketebalan FCB

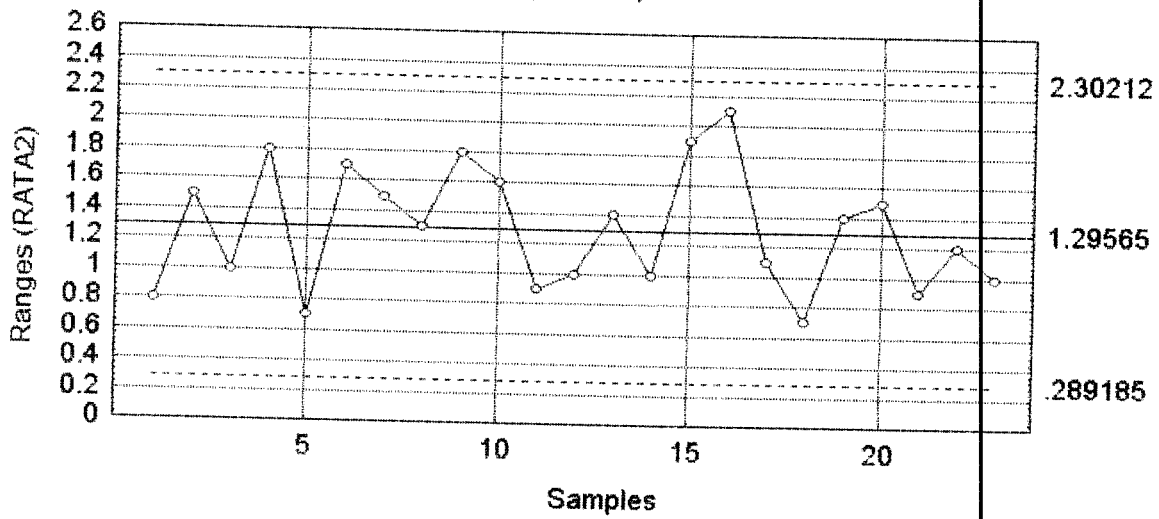
R CHART: Mean: 1.29565

Standard: 1.29565

Sigma: .335489

Standard: .335489

N per Sample: 10



Peta R. Baku Ketebalan FCB

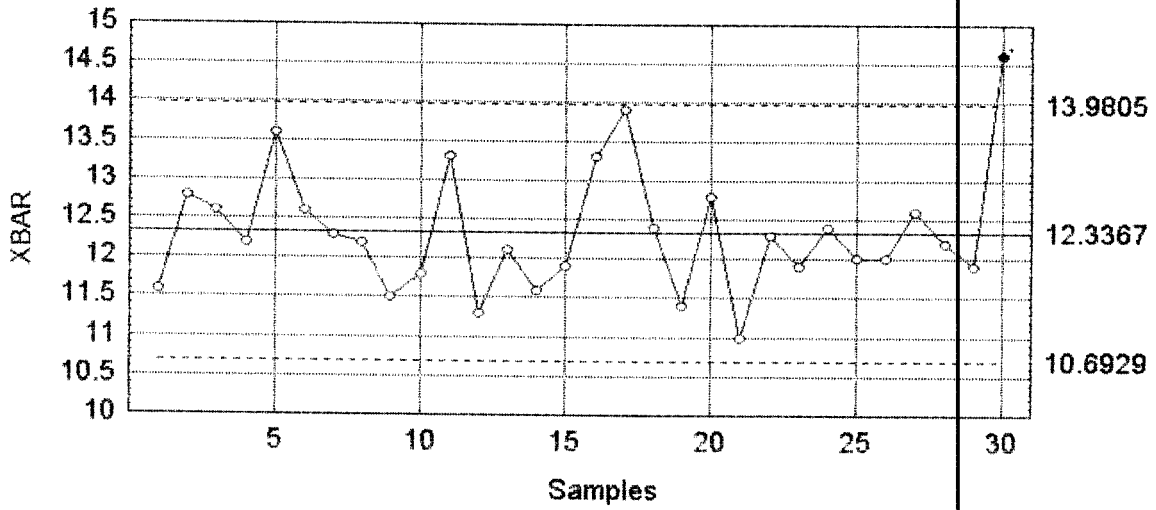
X-BAR CHART Mean: 12.3367

Standard: 12.3367

Sigma: 1.73273

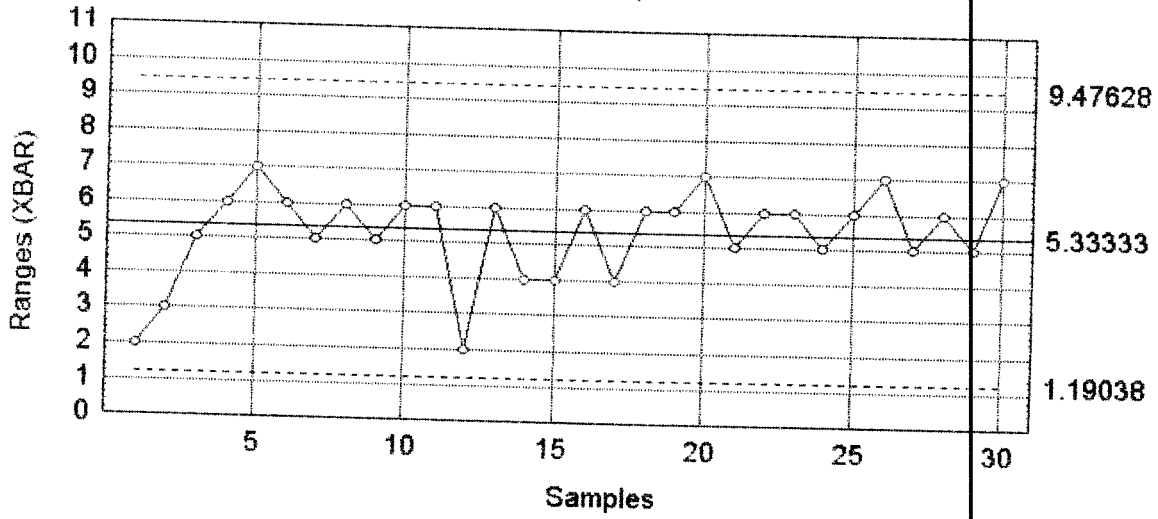
Standard: 1.73273

N per Sample: 10



Peta X Awal Kadar Air FCB

R CHART: Mean: 5.33333
Standard: 5.33333
Sigma: 1.38098
Standard: 1.38098
N per Sample: 10



Peta R Awal Kadar Air FCB

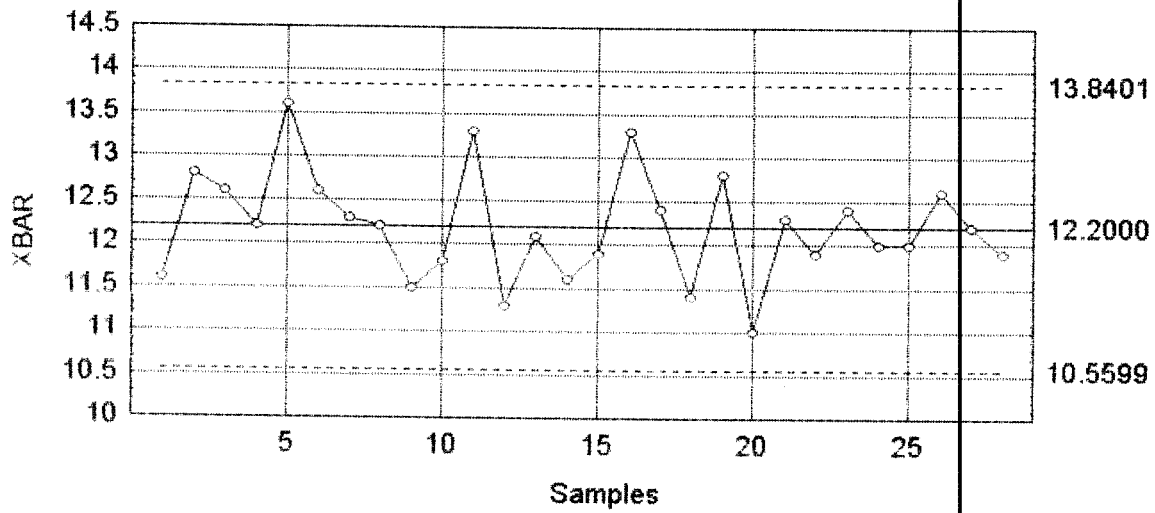
X-BAR CHART Mean: 12.2000

Standard: 1.72886

Sigma: 1.72886

Standard: 1.72886

N per Sample: 10



Peta X Baklu Kadar Air FCB

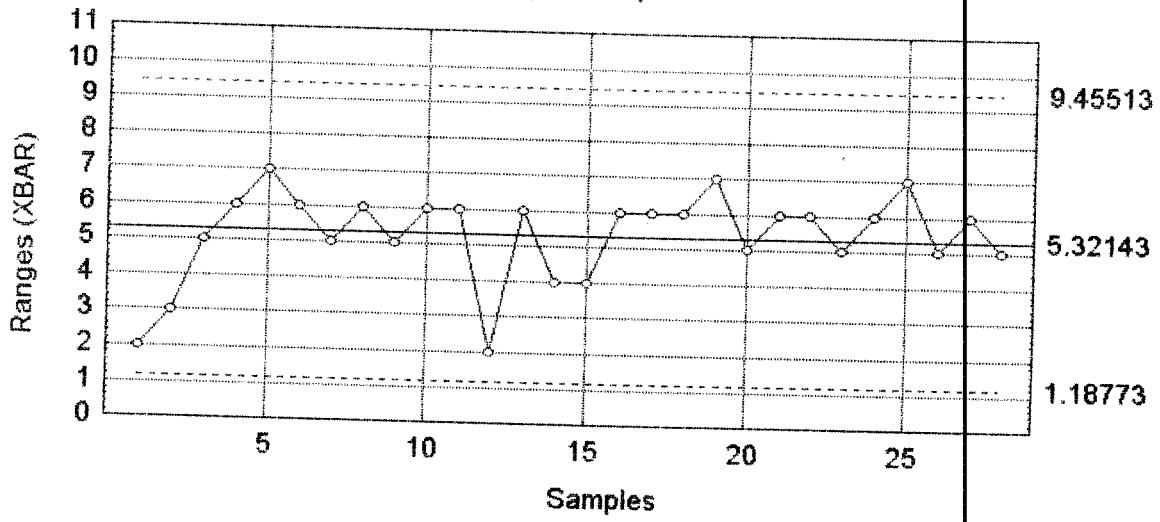
R CHART: Mean: 5.32143

Standard: 5.32143

Sigma: 1.37790

Standard: 1.37790

N per Sample: 10



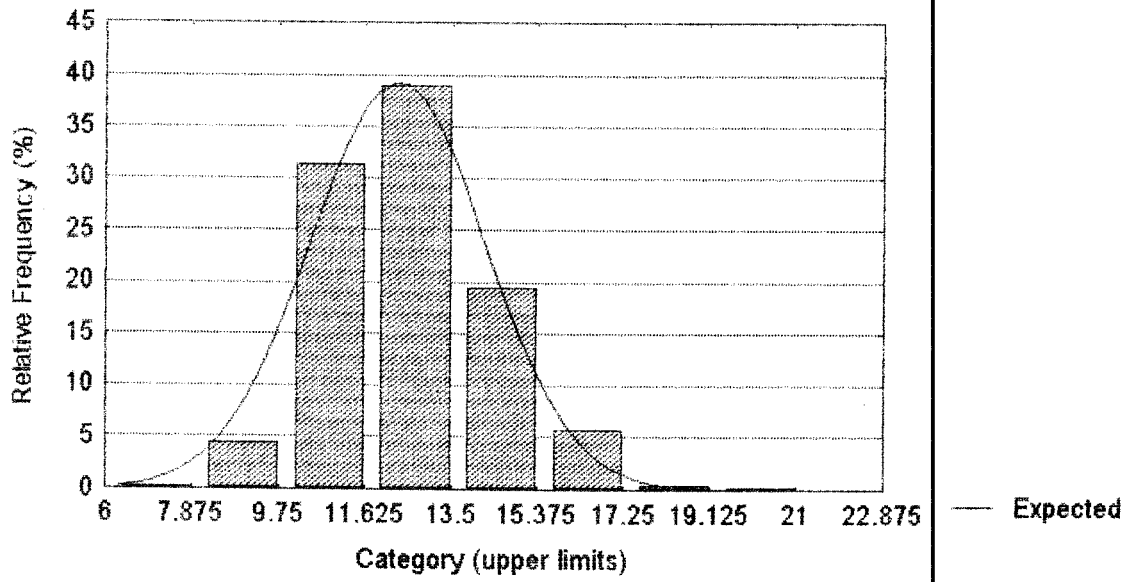
Peta R Bakı Kadar Air FCB

No	Tanggal	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	17-Apr-96	12	12	12	11	12	11	12	12	10	12
2	18-Apr-96	12	12	12	13	14	11	13	13	14	14
3	19-Apr-96	13	14	12	15	13	12	12	12	10	13
4	20-Apr-96	11	11	16	12	12	14	12	10	12	12
5	21-Apr-96	13	11	14	15	17	10	13	15	11	17
6	22-Apr-96	13	13	13	11	14	11	9	15	13	14
7	23-Apr-96	10	13	12	14	12	11	15	13	11	12
8	24-Apr-96	9	13	13	11	14	11	9	15	13	14
9	25-Apr-96	13	14	13	13	10	10	9	10	13	10
10	26-Apr-96	12	12	12	14	12	13	13	10	8	12
11	27-Apr-96	14	13	14	17	11	13	14	12	14	11
12	28-Apr-96	12	12	12	10	11	11	11	11	12	11
13	29-Apr-96	14	12	13	11	12	15	9	12	11	12
14	30-Apr-96	11	10	11	12	14	12	10	10	12	14
15	1-May-96	11	11	12	10	10	14	14	13	14	10
16	2-May-96	11	15	11	11	17	11	12	15	13	17
17	3-May-96	13	14	15	15	14	13	16	13	12	14
18	4-May-96	12	16	13	11	11	12	10	16	12	11
19	5-May-96	9	11	13	11	11	14	15	9	10	11
20	6-May-96	14	10	14	15	11	15	16	13	9	11
21	7-May-96	11	10	10	12	11	14	12	9	10	11
22	8-May-96	15	10	10	11	12	12	16	14	11	12
23	9-May-96	13	16	11	11	11	10	14	10	12	11
24	10-May-96	10	12	12	12	14	11	14	15	10	14
25	11-May-96	10	11	12	12	14	9	12	15	11	14
26	12-May-96	10	16	12	15	11	13	11	12	9	11
27	13-May-96	13	13	10	13	12	13	15	11	14	12
28	14-May-96	12	10	10	12	13	11	12	16	13	13
29	15-May-96	13	11	15	13	11	10	12	10	13	11
30	16-May-96	15	13	12	13	17	14	13	13	19	17

Data Kadar Air FCB

Variable VAR2 : distribution: Normal (okdair2.sta)									
Kolmogorov-Smirnov d = .0440351, p = n.s.									
Chi-Square: 9.679685, df = 2, p = .0079142									
Upper Boundary	observed freq-cy	cumulativ observed	percent observed	cumul. % observed	expected freq-cy	cumulativ expected	percent expected	cumul. % expected	observed-expected
<= 7.87	0	0	0.00000	0.0000	2.8777	2.8777	.96566	.9657	-2.8777
9.750	13	13	4.36242	4.3624	23.2448	26.1225	7.89027	8.7659	-10.2448
11.625	93	106	31.20805	35.5705	79.7413	105.8637	26.75882	35.5247	13.2587
13.500	116	222	38.92617	74.4966	111.6876	217.5513	37.47905	73.0038	4.3124
15.375	58	280	19.46309	93.9597	64.0207	291.5720	21.49345	94.4872	-6.0207
17.250	17	297	5.70470	99.6644	14.9609	296.5328	5.02042	99.5077	2.0391
19.125	1	298	.33557	100.0000	1.4130	297.9458	.47416	99.9818	-.4130
Infinity	0	298	0.00000	100.0000	.0542	298.0000	.01817	100.0000	-.0542

Variable VAR2 ; distribution: Normal
Kolmogorov-Smirnov d = .0440351, p = n.s.
Chi-Square: 9.679665, df = 2, p = .0079142



		Kondisi Cuaca	
		Cerah	Hujan
J a n g k a W a k t u	J1	12.8	13.6
		12.4	13.4
		13.1	14.0
		12.8	13.5
	J2	13.2	14.0
		13.4	14.1
		13.4	14.0
		13.0	13.8
	J3	13.8	14.2
		13.8	14.4
		13.6	14.1
		13.4	14.2

**Data Hasil Percobaan Faktorial
Efek Jangka Waktu dan Cuaca Terhadap Kadar Air FCB**

data file: RANCOB2.STA [24 cases with 3 variables]

	1	2	3
	TRMP	TIME	DATA
1	Cerah	Time1	12.800
2	Cerah	Time1	12.400
3	Cerah	Time1	13.100
4	Cerah	Time1	12.800
5	Hujan	Time1	13.600
6	Hujan	Time1	13.400
7	Hujan	Time1	14.000
8	Hujan	Time1	13.500
9	Cerah	Time2	13.200
10	Cerah	Time2	13.400
11	Cerah	Time2	13.400
12	Cerah	Time2	13.000
13	Hujan	Time2	14.000
14	Hujan	Time2	14.100
15	Hujan	Time2	14.000
16	Hujan	Time2	13.900
17	Cerah	Time3	13.900
18	Cerah	Time3	13.800
19	Cerah	Time3	13.600
20	Cerah	Time3	13.400
21	Hujan	Time3	14.200
22	Hujan	Time3	14.400
23	Hujan	Time3	14.100
24	Hujan	Time3	14.300

Input Data Kadar Air FCB

data file: RANCOB2.STA [24 cases with 3 variables]

VARIABLE SPECIFICATIONS:

No	Name	Format	MD Code	Long Label
3	DATA	8.3	-9999	
1	TEMP	8.3	-9999	
2	TIME	8.3	-9999	

INDEPENDENT VARIABLES (between-groups factors):

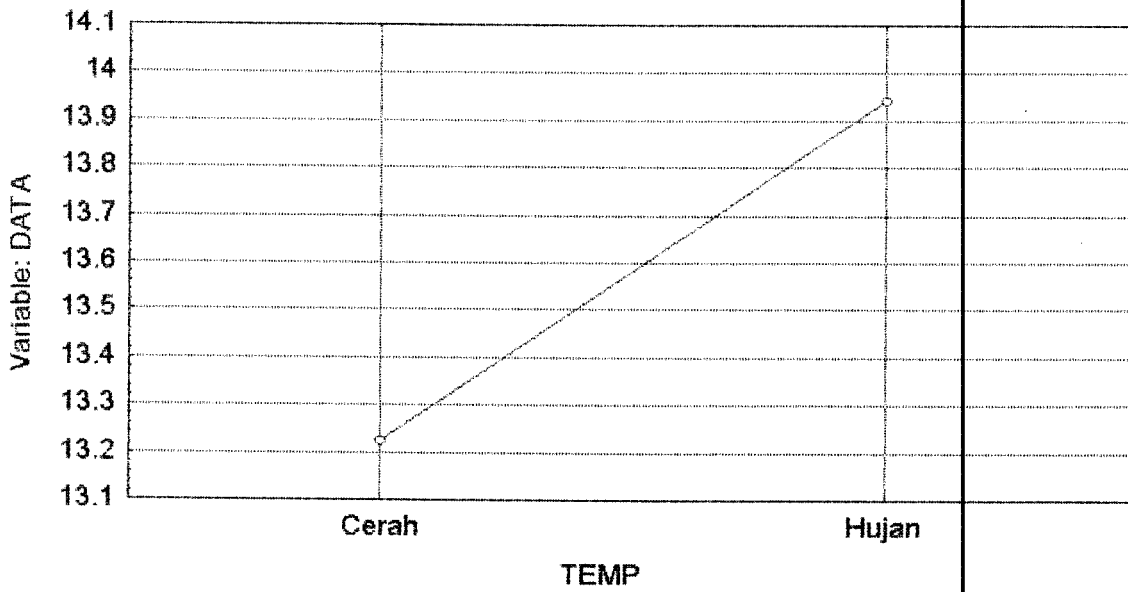
TEMP Number of Levels: 2 Codes: level 1: 1-Cerah
 level 2: 2-Hujan
 TIME Number of Levels: 3 Codes: level 1: 1-Time1
 level 2: 2-Time2
 level 3: 3-Time3

DESIGN: 2 - way ANOVA , fixed effects
 DEPENDENT: 1 variable: DATA
 BETWEEN: 1-TEMP (2): Cerah Hujan
 2-TIME (3): Time1 Time2 Time3
 WITHIN: none

STAT. GENERAL MANOVA	Summary of all Effects: design: (rancob2.sta) 1-TEMP, 2-TIME					
	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	1*	3.081667*	18*	.042778*	72.03896*	.000000*
2	2*	1.092917*	18*	.042778*	25.54870*	.000006*
12	2	.037917	18	.042778	.88636	.429391

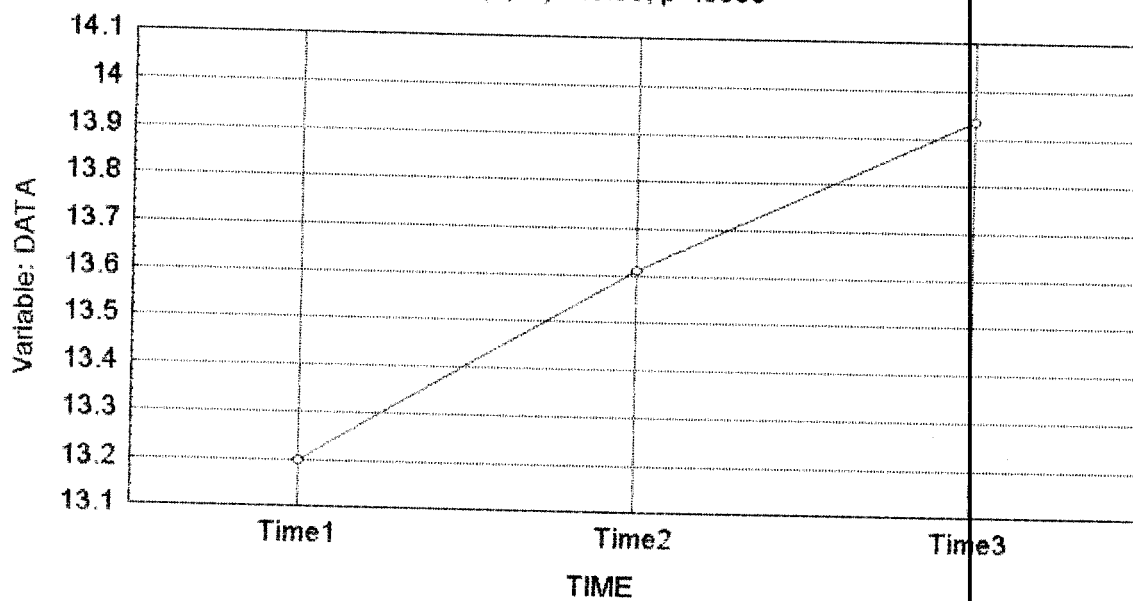
Hasil Perhitungan Data Disain Eksperimen
 untuk Data Ketebalan

Plot of Means
TEMP Main Effect
 $F(1,18)=72.04; p<.0000$



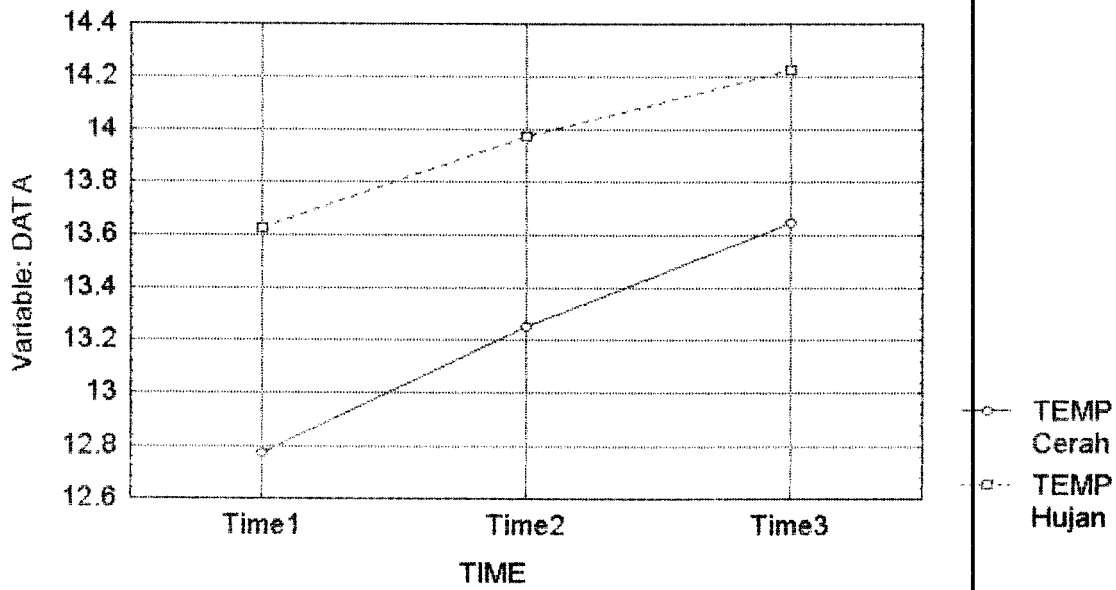
Kurva Efek Cuaca Terhadap Kadar Air

Plot of Means
TIME Main Effect
 $F(2,18)=25.55; p<.0000$



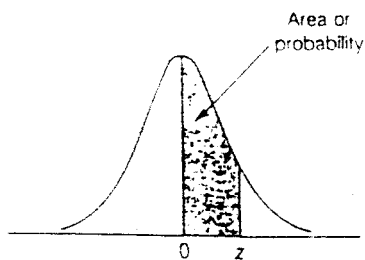
Kurva Efek Jangka Waktu Pengovenan Terhadap Kadar Air

Plot of Means
2-way interaction
 $F(2,18)=.89; p<.4294$



Kurva Efek Interaksi Jangka Waktu dan Cuaca
Pada Ketebalan FCB

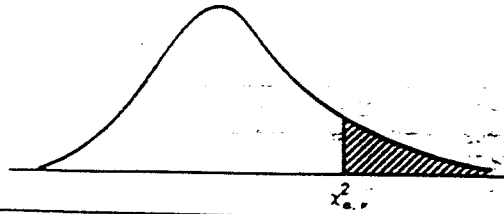
APPENDIX A Areas for the Standard Normal Distribution



Entries in the table give the area under the curve between the mean and z standard deviations above the mean. For example, for $z = 1.25$ the area under the curve between the mean and z is 0.3944.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0060	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549
0.7	0.2580	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4986	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990

Lampiran III Titik Persentase Distribusi Chi-Kuadrat^a



v	α							0.010	0.005
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.500	0.050	0.025		
1	0.00 +	0.00 +	0.00 +	0.00 +	0.45	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	1.39	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	2.37	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	3.36	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	4.35	11.07	12.38	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	5.35	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	6.35	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	7.34	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	8.34	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	9.34	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	10.34	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	11.34	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	12.34	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	13.34	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	14.34	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	15.34	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	16.34	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	17.34	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	18.34	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	19.34	31.41	34.17	37.57	40.00
25	10.52	11.52	13.12	14.61	24.34	37.65	40.65	44.31	46.93
30	13.79	14.95	16.79	18.49	29.34	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	39.34	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	49.33	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	59.33	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	69.33	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	79.33	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	89.33	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	99.33	124.34	129.56	135.81	140.17

v = derajat bebas.

^aDiangkat dengan izin dari *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. 1, 3rd ed, oleh E. S. Pearson dan H. O. Hartley, Cambridge University Press, Cambridge, 1966.

Lampiran V (Lanjutan)

		$F_{0,05, v_1, v_2}$																	
v_2	v_1	Derajat bebas pembilang (v_1)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60	1.54
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.71	1.66	1.61	1.55	1.50	1.44
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.62	1.57	1.52	1.47	1.41	1.35
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.41	1.36	1.30	1.25

Catatan: $F_{0,05, v_1, v_2} = 1/F_{0,05, v_2, v_1}$.

APPENDIX B Factors for Control Charts

n	\bar{x} -charts			s-Charts						R-charts				
	A	A ₂	A ₃	c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	0	3.267	0	2.606	1.128	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	0	2.568	0	2.276	1.693	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	0	2.266	0	2.088	2.059	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	0	2.089	0	1.964	2.326	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Source: Adapted from Table 27 of ASTM STP 15D *ASTM Manual on Presentation of Data and Control Chart Analysis*. Copyright 1976 American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan ini kesimpulan yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut :

1. Ketidaksesuaian produk yang dihasilkan dengan spesifikasi yang ditentukan, sebagian besar berkaitan dengan karakteristik kadar air dan ketebalan FCB.
2. Peta kontrol baku untuk ketebalan FCB yang dibuat saat ini, memiliki nilai garis tengah dan batas kontrol sebagai berikut :

a) Peta X

$$BKA_x = 13,55$$

$$GT_x = 13,15$$

$$BKB_x = 12,75$$

b) Peta R

$$BKA_R = 2,30$$

$$GT_R = 1,30$$

$$BKB_R = 0,30$$

3. Peta kontrol baku untuk kadar air FCB yang dibuat saat ini, memiliki nilai garis tengah dan batas kontrol sebagai berikut :

a) Peta X

$$BKA_X = 13,84$$

$$GT_X = 12,20$$

$$BKB_X = 10,56$$

b) Peta R

$$BKA_R = 9,45$$

$$GT_R = 5,32$$

$$BKB_R = 1,19$$

4. Kemampuan proses untuk menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi relatif rendah, yaitu :

- Pada proses sending, indeks kemampuan proses (C_p) sebesar 0,792
- Pada proses pengovenan, C_p proses sebesar 0,772

Sehingga prosentase produk yang tidak sesuai dengan batas spesifikasi yang ditentukan cukup banyak, yaitu sekitar 2,49 persen yang berkaitan dengan ketebalan, dan 2,14 persen yang berkaitan dengan kadar air.

5. Jangka waktu pengovenan dan kondisi bahan baku dalam hal basah atau keringnya bahan baku tersebut mempengaruhi kadar air FCB yang dihasilkan dalam proses pengovenan.
6. Kecakapan operator mesin sending dan ketebalan pra sending mempengaruhi ketebalan akhir produk FCB yang dihasilkan melalui proses sending.

6.2. S a r a n

Berdasarkan kesimpulan yang tersebut diatas, maka saran-saran yang dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Mengingat belum adanya sistem pengendalian mutu yang baik pada proses pembuatan FCB , hendaknya pihak pabrik segera membuat sistem pengendalian kualitas dengan memanfaatkan peta kontrol untuk setiap karakteristik produk.
2. Peta kontrol karakteristik ketebalan dan kadar air yang dibuat ini, hanyalah merupakan langkah awal dari usaha peningkatan kualitas produk yang semestinya dilakukan secara-terus menerus. Pada tahap selanjutnya, sangat dianjurkan bagi pihak perusahaan untuk mengembangkan peta kontrol untuk kedua karakteristik sifat yang dipilih ini , juga untuk karakteristik yang lain, sehingga dalam jangka panjang kualitas produk FCB benar-benar dapat ditingkatkan.

3. Perlu diupayakan untuk mencari kombinasi yang optimal dari faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan dan kadar air FCB yang telah diidentifikasi , sehingga dapat ditingkatkan kemampuan proses untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi.

4. Pihak manajemen pabrik hendaknya terlibat langsung dalam upaya pengendalian produk, dimana hal ini dapat diwujudkan dalam bentuk kebijaksanaan yang berkaitan dengan penerimaan dan pelatihan karyawan/operator mesin-mesin pabrik., penyusunan prosedur pengendalian mutu produk, pembentukan suatu divisi khusus yang bertugas mengkaji dan menganalisa persoalan mutu , serta memberikan masukan yang berharga bagi upaya perbaikan mutu produk FCB.

DAFTAR PUSTAKA

1. Figenbaum, A. V. , Total Quality Control, Third Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1985
2. Ford, G.M. , and Crysler, in collaboration with AIAG, Fundamental Statistical Process Control Reference Manual, Michigan, 1991.
3. Grant E. L. , and Lravenworth, R. S. , Statistical Quality Control, Fifth Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1985.
4. Hicks, Charles R. , Fundamental Concepts in The Design of Experiments, H.R and Winston, Inc, New York, 1982.
5. James R. Evans & William M. Lindsay, The Management and Control of Quality, Seventh Edition, West Publishing Company, New York, 1995.
6. Kaoru Ishikawa, Teknik Penuntun Pengendalian Mutu, terjemahan Nawolo Widodo, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta, 1989.
7. Montgomery, Douglas C, Introduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons Inc, Washington, 1985.
8. Sudjana, Disain dan Analisis Eksperimen, Tarsito, Bandung, 1985.
9. Schroeder, Roger G. , Operation Management, Decision Making in The Operation Function, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1985.
10. Tarandung, Henri F. , Analisa Sistem Pengendalian Kualitas dan Penerapan Pengendalian Kualitas Terpadu Dengan Menggunakan Analisa Lanjut Desain Eksperimen di PT Surya Zig zag Kediri, Tugas Akhir, 1993.