

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berjalannya waktu perkembangan teknologi yang begitu pesat tak dapat dipungkiri lagi. Era globalisasi secara tidak langsung menuntut kemajuan di segala bidang. Pada sektor industri persaingan ketat dan sehat antar perusahaan selalu terjadi demi kepuasan konsumen dan tercapainya keuntungan besar. Kualitas/ mutu produk sebagai salah satu tolak ukur kepuasan konsumen, merupakan target utama perusahaan-perusahaan besar saat ini.

PT. Muliakeramik Indahraya merupakan salah satu perusahaan besar yang telah berdiri puluhan tahun dan bergerak dalam industri penghasil keramik lantai dan dinding. Produk yang dihasilkan selain dipasarkan di dalam negeri juga diekspor diantaranya ke sebagian besar negara di Asia. Demi kemajuan perusahaan dan peningkatan mutu produk yang dihasilkan maka PT. Muliakeramik Indahraya berpedoman pada standar internasional yaitu ISO 9001. Dengan adanya standar ISO 9001 tentang mutu terpadu, maka PT. Muliakeramik Indahraya berusaha menekan jumlah cacat produk yang terjadi.

Sistem kontrol kualitas yang diterapkan di PT. Muliakeramik Indahraya adalah metode sampling penerimaan *Military Standard 105E* dengan tujuan untuk memantau produk akhir dari segi kecacatan atribut. Mengingat konsumen saat ini menuntut kepresisian dimensi keramik maka perlu diterapkan metode sampling penerimaan yang meninjau kualitas produk akhir dari segi kecacatan variabel yaitu *Military Standard 414*. Disamping itu juga perlu diterapkan peta kontrol sebagai alat pengendali kualitas proses guna menurunkan jumlah produk cacat yang dihasilkan.

Hal tersebut menjadi dasar pemikiran dalam penentuan permasalahan yang akan diangkat sebagai judul tugas akhir ini.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis penerapan peta kontrol p, X dan R untuk mengetahui variabilitas hasil proses yang berlangsung dan kapabilitas proses yang

menghasilkan produk tersebut sehingga bisa diketahui bagian proses mana yang perlu diperbaiki dan dikendalikan.

2. Bagaimana analisis penerapan metode sampling penerimaan dengan menggunakan *Military Standard 414* sehingga produk yang dihasilkan mempunyai tingkat penerimaan yang tinggi.

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk mengarahkan pembahasan dan agar permasalahan tidak meluas maka perlu kiranya diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Produk yang diamati adalah keramik lantai jenis *ARTHIC WHITE* ukuran 30x30.
2. Data variabel yang diteliti hanya meliputi data dimensi keramik.
3. Pemeriksaan kualitas produk yang akan dipasarkan menggunakan sampling penerimaan dengan variabel (*MIL-STD-414*).
4. Tidak membahas masalah biaya.
5. Tidak membahas perbaikan proses lebih lanjut.

### 1.4 Asumsi

Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dalam penelitian ini adalah:

1. Penentuan harga *AQL (Acceptance Quality Limit)* berdasarkan informasi dari perusahaan.
2. Lot yang ditolak dalam pemeriksaan kualitas produk menggunakan sampling penerimaan *MIL-STD-414* dikategorikan sebagai KW-3.

### 1.5 Tujuan Penulisan

Tujuan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Membuat peta kontrol p, X dan R dari masing-masing jenis cacat untuk mengetahui variabilitas hasil proses yang berlangsung serta menghitung kemampuan proses dari masing-masing peta kontrol untuk mengetahui apakah proses sudah berjalan baik atau tidak.
2. Menerapkan jaminan kualitas kepada pelanggan dengan metode pemeriksaan produk jadi berdasarkan pada sampel penerimaan dengan variabel (*MIL-STD-414*).

### 1.6 Manfaat Penelitian

Dari penyusunan skripsi ini diharapkan dicapai manfaat sebagai berikut:

1. Bagi pihak manajemen sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam menetapkan kebijaksanaan dan peraturan yang berkaitan dengan peningkatan kualitas produk.
2. Dapat memberi informasi tambahan mengenai metode-metode yang dapat dipakai untuk meningkatkan kualitas produknya.
3. Diharapkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat menambah bahan pustaka dalam pengembangan peningkatan mutu.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengendalian Mutu/Kualitas Secara Umum

##### 2.1.1 Pengertian Pengendalian

Pengendalian dalam istilah industri biasa disebut sebagai suatu proses untuk mendelegasikan tanggung jawab dan wewenang untuk kegiatan manajemen sambil tetap menggunakan cara-cara untuk menjamin hasil yang memuaskan (A.V.Fegenbaum, 1996:9). Selain itu pengendalian dapat didefinisikan sebagai salah satu “pemilikan status quo” menjaga proses terencana pada keadaan yang terencana sehingga tetap dapat memenuhi tujuan operasi (Juran, 1989:165).

##### 2.1.2 Pengertian Mutu

Mutu/ kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya (Juran, 1988:3). Menurut Crosby, kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability* dan *cost effectiveness*. Sedangkan oleh Goetch dan Davis kualitas didefinisikan sebagai suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan. Dalam perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (*SNI 19-8402-1991*), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

##### 2.1.3 Pengendalian Mutu/Kualitas

Pengendalian kualitas/mutu adalah aktivitas keteknikan dan manajemen yang dengan aktivitas tersebut diukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Douglas C. Montgomery, 1991:3). Besterfield mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai penggunaan teknik dan aktivitas untuk mencapai, memelihara dan memperbaiki kualitas produk atau pelayanan jasa. Definisi lain tentang pengendalian kualitas yaitu sebagai suatu sistem verifikasi dan penjagaan/ perawatan dari suatu tingkatan/ derajat kualitas

produk atau proses yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus serta tindakan korektif bilamana diperlukan (Sritomo Wignjosoebroto, 2003:252).

## 2.2 Pengendalian Kualitas Statistik

Proses pengendalian kualitas merupakan aktivitas yang sudah berlangsung lama, yaitu sejak manusia memiliki kemampuan dalam mengolah bahan dan menghasilkan produk. Proses ini telah mengalami berbagai evolusi atau perubahan dalam berbagai metode yang digunakan. Hingga akhirnya ditemukan metode Pengendalian Kualitas Statistik atau *Statistical Quality Control (SQC)* pada tahun 1940 yang sampai saat ini masih digunakan oleh berbagai industri di dunia. Pengendalian kualitas statistik adalah suatu terminologi yang mulai digunakan sejak tahun 1970-an untuk menjabarkan penggunaan teknik-teknik *statistical* dalam memantau dan meningkatkan performansi proses menghasilkan produk berkualitas (Vincent Gasperz, 1998:2). Pengendalian kualitas statistik atau *Statistical Quality Control (SQC)* adalah cabang dari pengendalian kualitas. Diartikan sebagai pengumpulan, analisa dan interpretasi data untuk penggunaannya dalam aktivitas pengendalian kualitas (Dale H. Besterfield, 1994:2). Pada pelaksanaannya pengendalian kualitas statistik identik dengan penarikan sampel dan menganalisisnya kemudian menarik kesimpulan mengenai sifat-sifat atau karakteristik dari seluruh produk yang diperiksa tersebut. Pengecekan terhadap sampel tersebut disesuaikan dengan standar-standar yang berlaku dan penyimpangan-penyimpangan yang terjadi akan dicatat dan dianalisa yang kemudian kesimpulan yang ada akan digunakan sebagai umpan balik dalam perencanaan perbaikan untuk produksi selanjutnya.

## 2.3 Teknik Pengendalian Kualitas

Dalam menjalankan pengendalian kualitas dibutuhkan suatu pedoman atau metode agar pelaksanaannya berjalan dengan baik dan hasilnya sesuai dengan yang diharapkan. Metode dasar untuk pelaksanaan pengendalian kualitas adalah penggunaan metode statistika atau yang biasa disebut metode pengendalian kualitas statistik. Metode pengendalian kualitas statistik dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu berupa:

- a. Bagan pengendalian atau peta kontrol (*control chart*)
- b. Inspeksi berdasarkan sampling

Dari kedua metode ini keputusan kualitas statistik selanjutnya dibedakan lagi dengan melihat karakteristik mutu yang diukur, yaitu:

1. Karakteristik berdasarkan variabel

Adalah karakteristik yang dinyatakan dalam bentuk ukuran angka dan ditentukan oleh besar kecilnya penyimpangan terhadap unit ukuran yang distandarkan untuk hasil kerja yang berlangsung. Contohnya: dimensi, kadar air, kekuatan bending dan lain-lain.

2. Karakteristik berdasarkan atribut

Adalah karakteristik yang dinyatakan dengan kondisi baik atau jelek (cacat). Kualitas hasil kerja hanya dibedakan dalam 2 kondisi tadi, dimana inspeksi bisa dilakukan secara visual tanpa perlu melakukan pengukuran.

## 2.4 Pengambilan Sampel dan Cacat Produk

### 2.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel adalah sebagian kecil dari populasi yang digunakan untuk mewakili populasi tersebut. Pengambilan sampel bertujuan untuk memudahkan inspeksi yang mana dari informasi yang didapat dari sampel dianggap sebagai informasi dari populasi tersebut. Karena tidak memungkinkan jika dilakukan pemeriksaan terhadap seluruh produk dalam populasi. Kelebihan yang didapat jika teknik pengambilan sampel ini diterapkan, diantaranya sebagai berikut:

1. Biaya lebih murah karena pemeriksaan lebih sedikit.
2. Lebih sedikit penanganan terhadap produk sehingga kerusakan berkurang.
3. Melibatkan sedikit personil dalam melakukan pemeriksaan.

Sampel yang terpilih dari populasi harus dapat mewakili populasi secara keseluruhan sehingga keterangan yang didapat dari sampel dapat mendekati keterangan yang sebenarnya dari populasi.

### 2.4.2 Cacat Produk

Standart ABC mengharuskan kecacatan digolongkan sebagai kritis, utama dan minor. Definisinya adalah sebagai berikut (Grant dan Leavenworth, 1989:80):

1. Kecacatan Kritis

Kecacatan kritis adalah kecacatan yang menurut penilaian dan pengalaman menunjukkan dapat mengakibatkan kondisi yang berbahaya atau tidak aman bagi setiap individu yang menggunakan, memelihara atau tergantung pada produk tersebut. Dapat dikatakan juga bahwa kecacatan yang menurut penilaian dan pengalaman mungkin akan

menghambat unjuk kerja (prestasi) fungsi taktis dari sebagian besar barang jadi misalnya kapal laut, pesawat terbang, tank, peluru kendali.

## 2. Kecacatan Utama

Kecacatan utama adalah kecacatan yang tidak kritis, yang dapat menyebabkan kegagalan atau mengurangi daya guna produk bagi keperluan yang dimaksudkan.

## 3. Kecacatan Minor

Kecacatan minor adalah kecacatan yang tidak mengurangi daya guna produk bagi keperluan yang dimaksudkan, atau adalah penyimpangan dari standar-standar yang telah ada dan hanya mempunyai sedikit pengaruh terhadap kegunaan efektif atau kegiatan unit tersebut.

### 2.5 Tes Kecukupan Data

Untuk menetapkan jumlah observasi yang harus dibuat ( $N'$ ), maka terlebih dahulu kita memutuskan besar tingkat kepercayaan (*Convidence Level*) dan derajat ketelitian untuk pengukuran kerja dalam penelitian ini. Penentuan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian ini berdasarkan kondisi perusahaan dalam melaksanakan kerjanya. Adapun rumus yang digunakan dalam tes kecukupan data atribut adalah sebagai berikut (Larry Gonick and Woolcott Smith, 2002:124):

$$N' = \left[ \frac{Z_{\alpha/2}}{\varepsilon} \right]^2 \times \frac{1 - \bar{p}}{\bar{p}} \quad (2-1)$$

Keterangan:

$$\bar{p} = \frac{\sum \text{Produk Cacat}}{\sum \text{Produk yang diperiksa}} \quad (2-2)$$

Tes kecukupan data untuk data variabel

$$N' = \left[ \frac{S \cdot Z_{\alpha/2}}{\varepsilon} \right]^2 \quad (2-3)$$

Keterangan :

$N'$  = Jumlah pengamatan yang dilakukan

$N$  = Jumlah unit yang diamati

$S$  = Standar deviasi sampel pengamatan

$Z_{w2}$  = Nilai kepercayaan/ Nilai kritis

Tabel 2.1 Nilai Kepercayaan/ Nilai kritis( $Z_{w2}$ )

Tingkat kepercayaan (%)	99.73	99	98	96	95.45	95	90	80	68.27	50
$Z_{w2}$	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.645	1.28	1.00	0.6745

Sumber : Spiegel Murray, 1982:195

$\varepsilon$  = Tingkat ketelitian

Tingkat ketelitian artinya dimana batas-batas penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.

Jika  $N' < N$  maka data pengamatan cukup

$N' > N$  maka data pengamatan kurang sehingga perlu penambahan data

## 2.6 Diagram Pareto

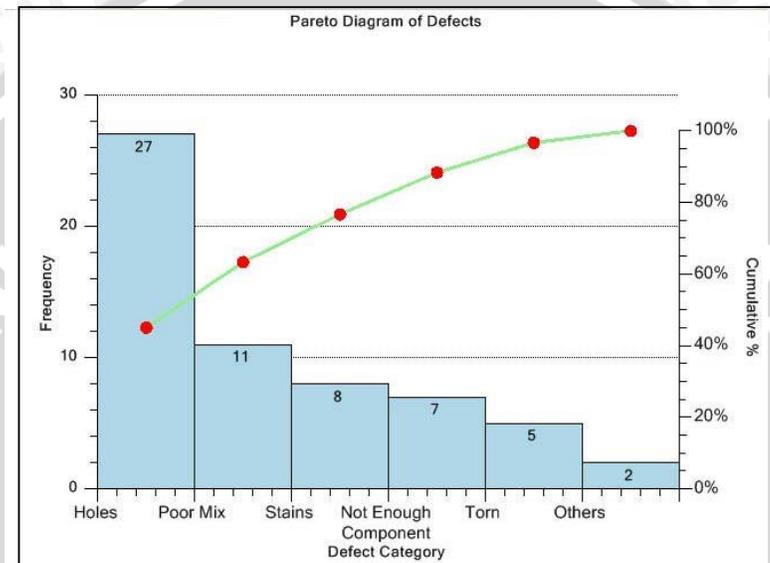
Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tipe-tipe kualitas yang tak sesuai serta untuk menemukan masalah/ penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan informasi yang didapat, sehingga dapat dilakukan perbaikan. Kegunaan dari diagram Pareto adalah (Sritomo Wignjosoebroto, 2003:272):

1. Menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan koreksi dilakukan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

Langkah-langkah yang digunakan untuk pembuatan diagram Pareto (Eugene L.Grant&Richard S.Leavenworth, 1989:286)

1. Identifikasi karakteristik yang tidak sesuai.
2. Tentukan jumlah cacat untuk semua karakteristik.
3. Jumlah cacat yang dikategorikan berdasar frekuensi yang terjadi, mulai dari frekuensi yang paling sering terjadi (paling kiri) hingga frekuensi yang jarang terjadi (paling kanan).

4. Hitung prosentase frekuensi cacat dan prosentase kumulatif untuk setiap frekuensi.
5. Buatlah skala untuk diagram Pareto, dimana sisi kiri menunjukkan frekuensi kejadian yang sebenarnya di dalam sampel, skala sisi kanan berlaku untuk prosentase frekuensi kumulatif.
6. Tebarkan balok frekuensi Pareto ini dan prosentase frekuensi kumulatifnya.



Gambar 2.1 diagram Pareto

Sumber: [www.quinn-curtis.com](http://www.quinn-curtis.com)

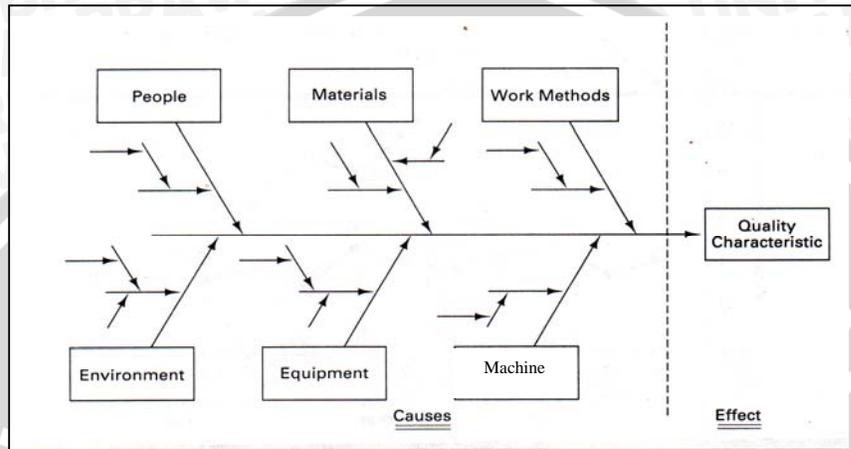
## 2.7 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat yang terkenal dengan istilah lain diagram tulang ikan (*fish-bone diagram*) yang diperkenalkan pertama kalinya oleh Prof. Kaoru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943. Kadang-kadang diagram ini disebut sebagai diagram Ishikawa untuk menghormati nama penemunya. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan karakteristik kualitas output kerja. Disamping juga untuk mencari penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah.

Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa terdapat 6 faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu:

- ♥ Manusia (*people*)

- ♥ Metode kerja (*work method*)
- ♥ Mesin (*machine*)
- ♥ Peralatan kerja (*equipment*)
- ♥ Bahan baku (*materials*)
- ♥ Lingkungan kerja (*work environment*)



Gambar 2.2 Diagram sebab akibat (*fishbone diagram*)

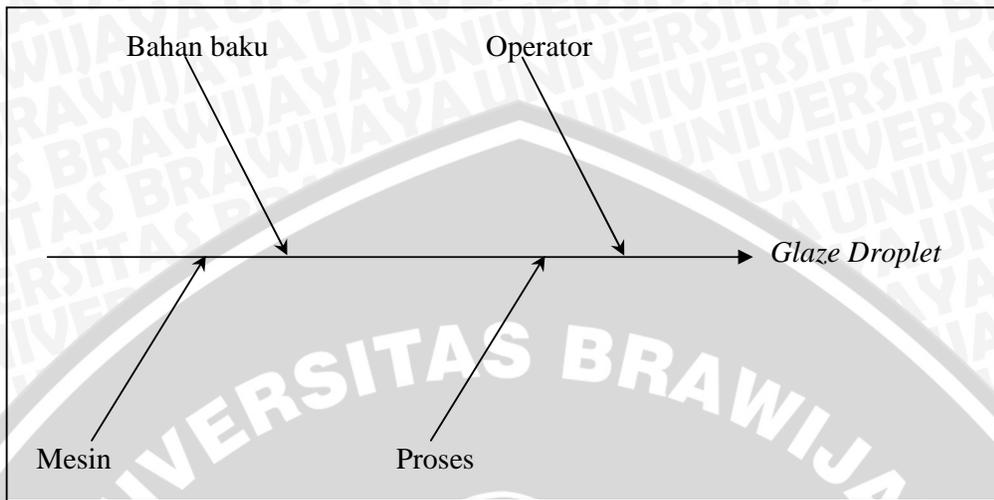
Langkah-langkah dalam analisis sebab akibat adalah (Eugene L. Grant & Leavenworth, 1989:287)

1. Definisikan permasalahannya. Langkah ini dapat menggunakan hasil-hasil histogram data, peta kontrol, diagram Pareto dan sebagainya.
2. Seleksi metode analisis. Seringkali metode analisis itu berupa saran-saran bersama suatu tim yang mewakili bagian produksi, rekayasa, pemeriksaan dan yang lainnya yang terlibat secara potensial mengenai masalah yang sedang dipelajari.
3. Gambarkan kotak masalah dan panah utama (pusat).



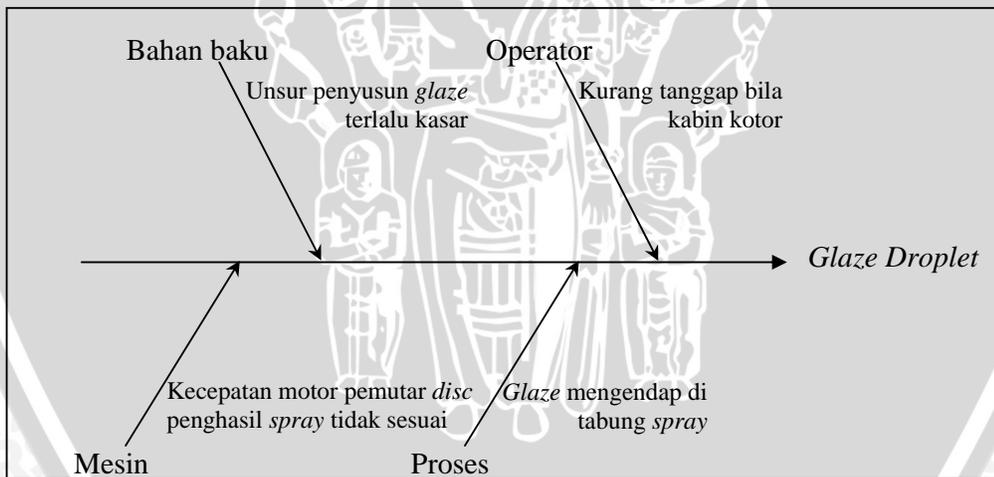
Gambar 2.3(a) Pembuatan Diagram sebab akibat (*fishbone diagram*), langkah ke-3

4. Spesifikasikan kategori utama sumber-sumber yang mungkin berkaitan terhadap masalah.



Gambar 2.3(b) Pembuatan Diagram sebab akibat (*fishbone diagram*), langkah ke-4

5. Identifikasikan kemungkinan penyebab masalah ini.



Gambar 2.3(c) Pembuatan Diagram sebab akibat (*fishbone diagram*), langkah ke-5

6. Analisis sebab-sebabnya dan ambil tindakan korektif.

## 2.8 Peta Kontrol

Peta kontrol pada dasarnya merupakan alat analisis yang dibuat mengikuti metode statistik, dimana data yang berkaitan dengan kualitas produk/ proses akan diplotkan dalam sebuah peta. Peta kontrol dikembangkan pertama kali oleh Dr. Walter

A. Shewart pada tahun 1920 dari *Bell Telephone Laboratories*. Keampuhan peta kontrol Shewart terletak dalam kemampuannya untuk memisahkan sebab-sebab terusut (*assignable causes*) dari keragaman mutu (*quality variation*). Hal ini memungkinkan dilakukannya diagnosis dan koreksi terhadap banyak gangguan produksi dan seringkali pula dapat meningkatkan mutu produk secara berarti serta mengurangi bagian yang rusak (*spoilage*) atau pengerjaan ulang (*rework*). Selain itu dengan mengidentifikasi beberapa jenis keragaman mutu sebagai keragaman acak (*change variation*) yang tidak dapat dihindari, maka dengan peta kontrol dapat diketahui kapan suatu proses harus diabaikan sehingga dapat mencegah frekuensi tindakan penyesuaian yang tak perlu yang cenderung menambah variasi proses dan bukan menurunkannya.

Pada dasarnya terdapat 3 macam variasi/ keragaman yaitu (Dale H.Besterfield, 1994:103):

1. Variasi dalam suatu produk

Tipe variasi ini dicontohkan dengan kekasaran permukaan benda/ produk dimana satu bagian permukaan benda/ produk lebih kasar dibandingkan bagian lainnya atau lebar salah satu ujung pasak bervariasi dari ujung lainnya.

2. Variasi antar produk

Tipe variasi ini terjadi di antara produk yang diproduksi pada waktu yang sama, misalnya 11 keramik yang diproduksi oleh mesin yang sama secara berurutan akan mempunyai intensitas cahaya yang berbeda-beda.

3. Variasi antar waktu

Tipe variasi ini diilustrasikan dengan perbedaan hasil produk yang berbeda pada hari yang lain yang mungkin disebabkan oleh peralatan potong yang aus, kelembaman dan sebagainya.

Keragaman/ variasi ada dalam setiap proses akibat kombinasi dari peralatan, bahan baku, lingkungan dan operator. Variabel yang terjadi akibat peralatan diakibatkan oleh keausan pahat, getaran mesin, fluktuasi hidrolik dan elektrik. Variasi pada bahan baku disebabkan oleh kekuatan tariknya, keuletan, ketebalan, porositas dan kadar kelembaban. Variasi akibat lingkungan disebabkan oleh suhu, cahaya, radiasi, tekanan dan kelembaman. Variasi yang disebabkan oleh operator dapat disebabkan oleh variasi fisik dan mental dari masing-masing manusia yang berbeda.

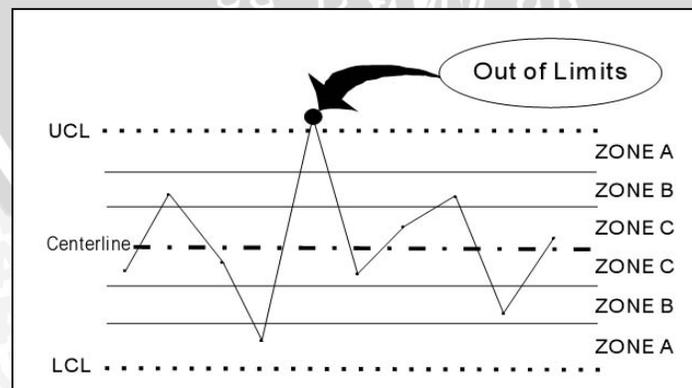
Terdapat 5 alasan mengapa banyak industri menggunakan peta kontrol sebagai alat pengendali kualitas, yaitu (Montgomery, 1985:126):

1. Peta kontrol adalah teknik yang telah terbukti guna meningkatkan produktivitas.
2. Peta kontrol efektif dalam pencegahan cacat.
3. Peta kontrol mencegah penyesuaian proses yang tidak perlu.
4. Peta kontrol memberikan informasi diagnostik.
5. Peta kontrol memberikan informasi tentang kemampuan proses.

Peta kontrol merupakan salah satu alat pengendali manajemen yang terpenting, grafik tersebut sama pentingnya dengan pengendali biaya dan pengendali material (Montgomery, 1985:126).

Pada dasarnya setiap peta kontrol memiliki (Vincent Gasperz, 1998:187):

1. Garis tengah (*Center Line*) yang dinotasikan CL.
2. Sepasang garis batas kontrol (*Control Limit Lines*), dimana suatu batas kontrol ditempatkan di atas tengah yang dikenal sebagai Batas Kontrol Atas (*Upper Control Limit/UCL*) yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai Batas Kontrol Bawah (*Lower Control Limit/LCL*).
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik yang menggambarkan keadaan dari proses jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta tersebut berada dalam batas-batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu maka proses yang berlangsung dianggap sebagai berada dalam keadaan terkontrol/ terkendali. Namun jika nilai-nilai yang dilibatkan pada peta itu berada di luar batas-batas kontrol memperlihatkan kecenderungan tertentu maka proses yang berlangsung dianggap sebagai berada di luar kontrol (tidak terkendali) sehingga perlu diambil tindakan untuk memperbaiki proses yang ada.



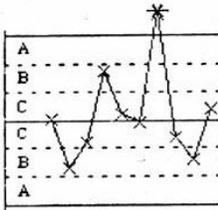
Gambar 2.4 peta kontrol

Sumber: [www.qualitysptools.com](http://www.qualitysptools.com)

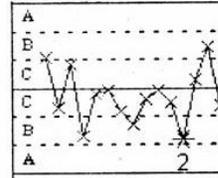
Dengan peta pengendali ini kita akan bisa menganalisis dan mengevaluasi kondisi-kondisi yang dianggap tidak normal. Seperti ketika beberapa plot data berada di luar batas kontrol atau persis berada pada garis batas.

Selain itu jika beberapa plot data cenderung mengarah ke bentuk-bentuk khusus yang membutuhkan pengecekan seksama sekalipun sebenarnya masih berada dalam batas-batas kontrol yang ada. Plot data yang baik adalah jika data menyebar rata dalam batas-batas kontrol yang ada. Berikut beberapa jenis kemungkinan plotting di dalam sebuah peta kontrol yang memerlukan perhatian khusus.

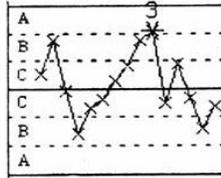
Test 1 One point more than 3  $\sigma$  from center line



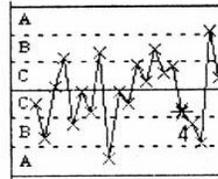
Test 2 Nine points in a row on same side of center line



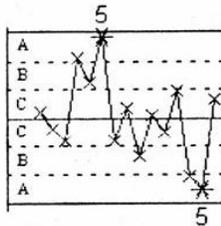
Test 3 Six points in a row, all increasing or all decreasing



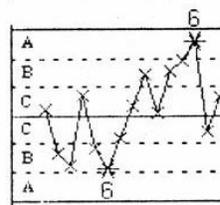
Test 4 Fourteen points in a row, alternating up and down



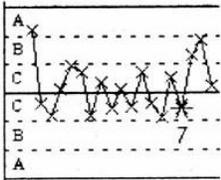
Test 5 Two out of three points more than 2  $\sigma$  from center line (same side)



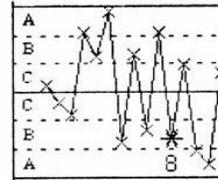
Test 6 Four out of five points more than 1  $\sigma$  from center line (same side)



Test 7 Fifteen points in a row within 1  $\sigma$  of center line (either side)



Test 8 Eight points in a row more than 1  $\sigma$  from center line (either side)



Gambar 2.5 Ketidaknormalan proses akibat variasi khusus

Sumber: *Minitab user guide e-book*, Minitab Inc.

### 2.8.1 Jenis-jenis Peta Kontrol

Peta kontrol dapat dibagi menjadi dua tergantung dari macam data dan tujuan pembuatan, yaitu:

1. Peta kontrol atribut

a. Peta kontrol p

Digunakan untuk menghitung prosentase ketidaksesuaian produk dalam jumlah sampel atau subgrup yang tidak konstan.

b. Peta kontrol np

Digunakan untuk menghitung prosentase ketidaksesuaian produk dalam jumlah sampel atau subgrup yang konstan.

2. Peta kontrol variabel

a. Peta kontrol X

Peta kontrol X merupakan peta pengendalian dengan memperhatikan harga rata-rata dari hasil (output) kerja. Ini akan menggambarkan variasi harga rata-rata (mean) dari suatu sampel lot data (data yang diklasifikasikan dalam kelompok-kelompok) yang ditarik dari suatu proses kerja.

b. Peta kontrol R

Peta kontrol R merupakan peta pengendalian dengan memperhatikan *range* atau selisih harga maksimum dan minimum dari data output kerja (mencerminkan dispersi data yang ada). Peta ini akan menggambarkan variasi dari *range* sampel lot data yang ditarik dari suatu proses kerja.

#### 2.8.1.1 Peta Kontrol Atribut

Data yang diperlukan disini hanya diklasifikasikan sebagai data kondisi “baik” atau “buruk” (cacat) ataupun “sesuai” atau “tidak sesuai”. Jadi disini kualitas hasil kerja hanya dibedakan dalam dua kondisi tadi, dimana inspeksi bisa dilakukan secara visual tanpa perlu melakukan pengukuran.

Terdapat 2 alasan mengapa lebih memilih atribut daripada variabel (Besterfield, 1994:235):

1. Dimana pengukuran tidak memungkinkan untuk dilakukan, sebagai contoh pemeriksaan warna, kerusakan, goresan dan sebagainya.
2. Dimana pengukuran dapat dilaksanakan tetapi tidak memungkinkan dikarenakan waktu, biaya atau kerusakan.

Prosedur pembuatan peta kontrol p dan np (Besterfield, 1994:241):

### 1. peta kontrol p

- a. Menghitung nilai garis tengah

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k np_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (2-4a)$$

Keterangan :

np = unit cacat

n = unit yang diperiksa

i = subgrup ke 1, 2, 3, ..., k

- b. Menghitung batas atas dan batas bawah peta kontrol

$$UCL_i = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (2-4b)$$

$$LCL_i = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (2-4c)$$

Keterangan :

$n_i$  = unit yang diperiksa ke  $i$

$i$  = subgrup ke 1, 2, 3, ..., k

- c. Membuat sumbu x dan y, dimana sumbu x adalah nomor sampel dan sumbu y adalah jumlah produk cacat
- d. Menggambar peta kontrol dan memetakan nilai, jumlah produk cacat pada grafik p. Hubungkan titik tersebut dengan grafik lurus.

Disarankan untuk ukuran sampel dengan variasi subgrup lebih dari 15%, dibuatkan peta kontrol dengan batas kontrol tiap subgrup untuk personil operasi dan perlu dilakukan standarisasi dari peta kontrol p karena dengan subgrup yang bervariasi maka untuk mencari *runs* atau pola nonrandom lainnya yang terjadi dalam proses sangat sulit dilakukan. Standarisasi dilakukan dengan cara mengplotkan data ke dalam unit standar deviasi, peta kontrol tersebut mempunyai titik tengah nol dan batas kontrol atas dan bawah sebesar -3 dan +3. Variabel yang diplotkan dirumuskan sebagai berikut (Montgomery, 1991:166):

$$Z_i = \frac{p_i - \bar{p}}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}} \quad (2-5)$$

Keterangan :

$p_i$  = proporsi produk cacat dari tiap subgroup

$\bar{p}$  = rata-rata proporsi seluruh produk cacat

$n_i$  = sampel pengamatan ke- $i$

## 2. peta kontrol np

- a. Menghitung nilai garis tengah menggunakan persamaan 2-4a

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k np_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Keterangan :

np = jumlah unit cacat atau jumlah produk dikalikan proporsi produk cacat

n = jumlah unit produk yang diperiksa

i = subgroup ke 1, 2, 3, ..., k

- b. Menghitung batas atas dan batas bawah peta kontrol

$$UCL_{np} = \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}} \quad (2-6a)$$

$$LCL_{np} = \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}} \quad (2-6b)$$

- c. Membuat sumbu x dan y, dimana sumbu x adalah nomor sampel dan sumbu y adalah jumlah produk cacat
- d. Menggambar peta kontrol dan memetakan nilai, jumlah produk cacat pada grafik p. Hubungkan titik tersebut dengan grafik lurus.

Dalam penggunaannya peta kontrol p dan np tidak dapat digunakan secara bersamaan dan harus dipilih sesuai dengan kebutuhan. Peta kontrol p dapat diterapkan pada jumlah subgroup yang bervariasi walaupun dapat juga diterapkan pada subgroup yang konstan. Peta kontrol np lebih cocok diterapkan pada data dengan jumlah subgroup yang konstan. Keunggulan peta kontrol np ini adalah lebih mudah untuk personil operator untuk dipahami daripada peta kontrol p. Juga, hasil inspeksi dipasang langsung pada peta tanpa perhitungan.

### 2.8.1.2 Peta Kontrol Variabel

Data yang diperlukan disini harus dapat diukur (*measurable*) dan karakteristik kualitas akan ditentukan oleh besar kecilnya penyimpangan terhadap unit ukuran yang distandarkan untuk hasil proses kerja yang berlangsung. Peta kontrol variabel memberikan prosedur pengendalian yang lebih efisien dan memberikan informasi yang lebih banyak dari peta kontrol atribut. Berikut prosedur dalam pembuatan peta kontrol X dan R (Dale H.Besterfield, 1994:116):

#### 1. Prosedur pembuatan peta kontrol X

##### a. Pengumpulan data

Data yang diambil dari proses yang sama dan secara berurutan.

##### b. Data disusun menurut subgrup

##### c. Pencatatan data dilakukan pada suatu daftar data

##### d. Menghitung nilai rata-rata $\bar{X}$ dari masing-masing subgrup

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k X_i}{\text{ukuran sampel (n)}} \quad (2-7)$$

##### e. Menghitung nilai rata-rata dari rata-rata subgrup $\bar{\bar{X}}$ (rata-rata total dari X)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^k \text{subgrup}} \quad (2-8)$$

##### f. Menghitung batas atas dan batas bawah serta garis tengah

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \quad (2-9a)$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot R \quad (2-9b)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot R \quad (2-9c)$$

Keterangan :

$i$  = subgrup ke 1, 2, 3, ..., k

Nilai  $A_2$  dapat dilihat pada tabel B

##### g. Membuat peta kontrol dan memetakan tiap harga rata-rata subgrup

#### 2. Prosedur pembuatan peta kontrol R

##### a. Gunakan subgrup yang sama dengan grafik $\bar{X}$

##### b. Menghitung nilai rentang dari masing-masing subgroup (R)

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (2-10)$$

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

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{\sum_{i=1}^k \text{subgrup}} \quad (2-11a)$$

d. Menghitung batas atas (UCL) dan batas bawah (LCL) untuk grafik R

$$UCL_R = D_4 \cdot \bar{R} \quad (2-11b)$$

$$LCL_R = D_3 \cdot \bar{R} \quad (2-11c)$$

Keterangan :

$i$  = subgrup ke 1, 2, 3, ..., k

Nilai  $D_4$  dan  $D_3$  dapat dilihat pada tabel B

e. Membuat  $\bar{R}$  sebagai garis tengah (CL)

f. Menggambar peta kontrol dan memetakan tiap harga R untuk tiap subgrup

## 2.9 Analisis Kemampuan Proses

Analisis kemampuan proses adalah suatu studi keteknikan guna menaksir kemampuan proses (Montgomery, 1990:328). Analisis kemampuan proses memenuhi spesifikasi atau mengukur kinerja proses. Analisis kemampuan proses juga merupakan prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendali proses statistik (Dorothea, 2004:174). Adapun tujuan dilaksanakannya analisis kemampuan proses yaitu sebagai berikut (Dorothea, 2004:178):

1. Memprediksi variabilitas proses yang ada. Informasi kemampuan proses tersebut disediakan bagi para perancang (*designers*) sebagai informasi penting mengenai batas-batas spesifikasi.
2. Memilih dimana proses-proses yang paling tepat atau memenuhi toleransi.
3. Merencanakan hubungan di antara proses-proses yang berurutan. Sebagai contoh satu proses menyimpang dari ketentuan karena proses sebelumnya. Mengkuantifikasikan kemampuan proses masing-masing secara berurutan merupakan suatu cara mengambil keputusan.
4. Menyediakan dasar kuantitatif untuk menyusun jadwal pengendalian proses dan penyesuaian secara periodik.
5. Menugaskan mesin-mesin ke dalam kelas-kelas pekerjaan sehingga sesuai dengan pengujian yang dilakukan.

6. Menguji teori mengenai penyebab kesalahan selama program perbaikan kualitas.
7. Memberikan pelayanan sebagai dasar untuk menentukan syarat kinerja kualitas untuk mesin-mesin yang ada.

Metode/ cara untuk mengetahui kapabilitas suatu proses, yaitu menggunakan rumusan (Dale H.Besterfield, 1994:151):

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6S} \quad (2-12a)$$

Persamaan di atas digunakan untuk spesifikasi dua sisi. Untuk spesifikasi satu sisi adalah (Montgomery, 1991:371):

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3S} \quad (\text{untuk spesifikasi atas}) \quad (2-12b)$$

$$C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \quad (\text{untuk spesifikasi bawah}) \quad (2-12c)$$

$$\text{Dengan : } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{N}}{N-1}} \quad (2-13)$$

Keterangan:

- $C_p$  = Indeks Kapabilitas Proses
- USL = Batas Spesifikasi Atas
- LSL = Batas Spesifikasi Bawah
- USL-LSL = Batas Toleransi
- S = Standar deviasi sampel
- $\bar{X}$  = Rata-rata total dari sampel pengamatan

Berikut penjelasan nilai kapabilitas proses ( $C_p$ ):

1. Bila  $C_p < 1$ , artinya proses cenderung menghasilkan produk yang tak sesuai spesifikasi
2. Bila  $C_p = 1$ , artinya proses akan menghasilkan produk cacat  $\pm 27$  unit dari 1000 unit yang dihasilkan

3. Bila  $C_p > 1$ , artinya proses cenderung menghasilkan produk tidak cacat/ sesuai spesifikasi

Nilai kapabilitas proses di atas digunakan untuk mengukur kapabilitas potensial proses sedangkan untuk mengukur kapabilitas aktual digunakan nilai  $C_{pk}$  yang dirumuskan dengan nilai  $C_{pu}$  atau  $C_{pl}$  terkecil. Beberapa keterangan berkenaan  $C_p$  dan  $C_{pk}$  (Dale H. Bestfield, 1994:155):

- ♣  $C_p = C_{pk}$  ketika proses senter
- ♣ Nilai  $C_{pk}$  selalu kurang dari atau sama dengan  $C_p$
- ♣ Nilai  $C_{pk} \geq 1$  mengindikasikan bahwa proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi
- ♣ Nilai  $C_{pk} \leq 1$  mengindikasikan bahwa proses menghasilkan produk yang tak sesuai dengan spesifikasi
- ♣ Nilai  $C_{pk} = 0$  mengindikasikan bahwa rata-rata proses sama dengan salah satu batas spesifikasi
- ♣ Nilai  $C_{pk}$  bernilai negatif mengindikasikan bahwa rata-rata proses berada di luar spesifikasi

Dari nilai  $C_p$  dan  $C_{pk}$  dapat ditentukan jumlah produk cacat per sejuta produk yang tak memenuhi spesifikasi dari tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Nilai kapabilitas proses dan jumlah produk keluar spesifikasi

$C_p$	Process Fallout (in defective PPM)	
	One-sided Specification	Two-sided Specification
0.25	226628	453255
0.50	66807	133614
0.60	35931	71861
0.70	17865	35729
0.80	8198	16395
0.90	3467	6934
1	1350	2700
1.1	484	967
1.2	159	318
1.3	48	96
1.4	14	27
1.5	4	7
1.6	1	2
1.7	0.17	0.34
1.8	0.03	0.06
2.00	0.0009	0.0018

Sumber: Montgomery, 1991:334

### 2.10 Sampling Penerimaan (*Acceptance Sampling*)

Sampling penerimaan adalah sistem dimana sebuah lot diterima atau tidak tergantung dari hasil inspeksi pada sampel lot tersebut (Dale H.Besterfield, 1994:485). Sampling penerimaan merupakan suatu bidang pokok pengendalian kualitas statistik. Ada 3 metode yang dapat digunakan, yaitu tidak mengadakan inspeksi terhadap produk tersebut, mengadakan inspeksi 100% terhadap produk tersebut atau dengan sampling penerimaan. *Acceptance sampling* tidak digunakan untuk memperkirakan keputusan penerimaan atau penolakan saja. *Acceptance sampling* juga bukan merupakan alat pengendalian kualitas, namun merupakan alat untuk memeriksa apakah produk atau bahan baku yang datang ke perusahaan atau produk yang telah dihasilkan perusahaan tersebut telah memenuhi spesifikasi. Oleh karenanya, *acceptance sampling* tidak melakukan pengendalian atau perbaikan kualitas proses, melainkan hanya sebagai metode untuk menentukan disposisi terhadap produk yang datang (bahan baku) atau produk yang telah dihasilkan (barang jadi) (Dorothea, 2004:200).

Pada umumnya menggunakan 100% pemeriksaan dalam keadaan dimana komponen sangat kritis dan meloloskan setiap unit cacat akan mengakibatkan biaya kegagalan yang tinggi sehingga tidak dapat diterima pada tingkat berikutnya, atau kemampuan proses penjual tidak cukup memenuhi spesifikasi. Sampling penerimaan mungkin sekali berguna dalam keadaan berikut (Montgomery, 1990:422):

1. Apabila pengujian merusak.
2. Apabila biaya pemeriksaan 100% sangat tinggi.
3. Apabila pemeriksaan 100% secara teknologi tidak mungkin atau akan memerlukan waktu lama sehingga penjadwalan produksi akan sangat dipengaruhi.
4. Apabila banyak benda harus diperiksa, sedangkan tingkat kesalahan pemeriksaan cukup tinggi sehingga pemeriksaan 100% mungkin menyebabkan prosentase unit rusak yang lebih tinggi yang diloloskan daripada yang akan terjadi dengan menggunakan perencanaan sampling.
5. Apabila penjual mempunyai sejarah kualitas yang istimewa dan diinginkan pengurangan pemeriksaan dari 100%, tetapi perbandingan kemampuan proses penjual cukup rendah sehingga tanpa pemeriksaan merupakan alternatif yang tidak memuaskan.
6. Apabila terdapat resiko tanggung jawab produk yang cukup serius dan meskipun proses penjualan memuaskan, perlu program pemantauan produk terus menerus.

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

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

Berdasarkan karakteristik pemeriksaan, sampling penerimaan dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Atribut

Bila pemeriksaan karakteristik itu bersifat kualitatif, yaitu hanyalah merupakan penentuan “memuaskan” atau “tidak memuaskan”.

2. Variabel

Pemeriksaan dengan variabel berarti bahwa karakteristik itu diukur secara kuantitatif.

Apabila sampel yang diambil dari suatu lot memenuhi syarat yang telah ditentukan maka lot dapat diterima dan sebaliknya lot akan ditolak apabila tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan.

### **2.10.1 Kelebihan dan Kekurangan Sampling**

Apabila dibandingkan dengan pemeriksaan 100%, sampling penerimaan mempunyai keunggulan sebagai berikut (Montgomery, 1990:423):

1. Biayanya lebih murah karena pemeriksaan lebih sedikit
2. Lebih sedikit penanganan terhadap produk jadi kerusakan berkurang
3. Dapat diterapkan mengingat pengujian yang sifatnya merusak
4. Lebih sedikit personil terlibat dalam aktivitas pemeriksaan
5. Seringkali sangat mengurangi besar kesalahan pemeriksaan
6. Penolakan seluruh lot dibandingkan dengan pengembalian beberapa lot yang rusak sering memberikan motivasi yang lebih kuat bagi penjual untuk meningkatkan kualitas.

Namun juga mempunyai kekurangan, diantaranya:

1. Berisiko menerima produk yang ‘buruk’ dan menolak produk yang ‘baik’.
2. Biasanya lebih sedikit informasi tentang produk atau tentang proses yang menghasilkan produk yang bersangkutan.
3. Sampling penerimaan memerlukan perencanaan dan dokumentasi tentang prosedur sampling pemeriksaan, sedangkan pemeriksaan 100% tidak.

Perencanaan yang wajar dari suatu perencanaan sampling penerimaan biasanya memerlukan studi tentang tingkat kualitas yang sebenarnya dituntut oleh konsumen. Pengetahuan hasil ini seringkali merupakan masukan yang berguna dalam keseluruhan perencanaan kualitas dan proses keteknikan. Jadi, dalam banyak penerapan mungkin bukan merupakan kekurangan yang berarti.

### 2.10.2 Jenis-Jenis Pemeriksaan Sampling

Ada beberapa jenis pemeriksaan sampling, yaitu (Montgomery, 1994:570):

1. *Single sampling* atau sampling tunggal

Adalah prosedur memutuskan suatu lot dimana sampel dengan  $n$  unit dipilih secara random dari lot tersebut. Bila produk yang cacat jumlahnya kurang dari suatu jumlah yang telah ditentukan, maka lot produk itu dapat diterima. Dan sebaliknya apabila jumlah ini lebih dari yang ditentukan, lot produk tadi ditolak.

2. *Double sampling* atau sampling ganda

Dilakukan pengambilan sampel dalam dua tingkat, yaitu:

- a. Sampling pertama: dilakukan seperti *single sampling*. Bila jumlah produk yang rusak kurang dari yang ditetapkan, lot tadi diterima. Dan bila jumlah ini lebih daripada yang ditentukan, maka dilakukan pengambilan sampel lagi.
- b. Sampling kedua: hasil dari pengambilan sampel ini menentukan diterima atau tidak lot produk ini.

3. *Multiple sampling*

Metode sampling ini adalah merupakan perpanjangan *double sampling* dimana lebih dari dua sampel diperlukan untuk memutuskan suatu lot.

4. *Sequential sampling*

Metode sampling ini merupakan perpanjangan dari konsep *double sampling* dan *multiple sampling*. Dalam *sequential sampling* diambil serangkaian sampel dari lot dan mengizinkan sejumlah sampel untuk ditentukan seluruhnya oleh hasil dari proses sampling. Dalam prakteknya *sequential sampling* secara teoritis dapat berlanjut secara tak terbatas sampai lot diperiksa 100%.

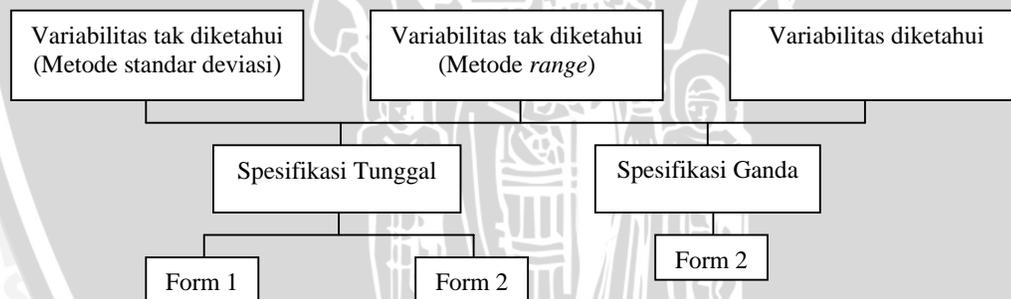
### 2.11 *Military Standard 414 (MIL-STD-414)*

Standar ini dan penamaannya didasarkan atas *United Kingdom Standard*. Standar internasional yang berkenaan dengan standar ini adalah *ISO DIS 3951*.

*MIL-STD-414* adalah penerapan penarikan sampel penerimaan variabel lot demi lot. Titik pusat standar ini adalah tingkat kualitas yang dapat diterima yang merentang dari 0,04% sampai dengan 15%. Rancangan penarikan sampel berdasarkan *MIL-STD-414* ini dalam banyak hal hampir sama dengan penarikan sampel *MIL-STD-105E* yang merupakan standar penarikan sampel penerimaan atribut. Beberapa hal pokok yang merupakan kesamaan dari keduanya adalah prosedur dan tabel didasarkan pada konsep *Acceptance Quality Level(AQL)*.

Inspeksi dilakukan pada tingkat normal, longgar dan ketat. Sampel sangat dipengaruhi oleh ukuran lot dan setiap rancangan diidentifikasi dengan kode huruf besar.

Pada gambar 2.5 ditunjukkan komposisi standar dari *MIL-STD 414*. Jika variabilitas ( $\sigma$ ) proses diketahui dan stabil, rencana variabilitas yang diketahui adalah lebih ekonomis, ketika variabilitas tak diketahui, metode standar deviasi atau metode *range* digunakan. Karena metode *range* membutuhkan ukuran sampel yang lebih besar, metode standar deviasi direkomendasikan. Terdapat dua tipe spesifikasi, *single* dan *double*. Dua prosedur alternatif, *form 1* dan *2*, yang ada dan akan mengarah pada keputusan penerimaan-penolakan yang sama.



Gambar 2.6 Komposisi *MIL-STD-414*

Sumber: Dale H. Besterfield, 1994:372

Rancangan *MIL-STD-414* bertujuan untuk menetapkan sampel penerimaan dan pemeriksaan normal yang dibuat untuk melindungi produsen dan perlindungan terhadap konsumen sangat dipengaruhi oleh inspeksi ketat apabila rata-rata proses tampak tidak memadai atau ada kecurigaan dalam proses.

### 2.11.1 Variabilitas Tidak Diketahui

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

#### 2.11.1.1 Metode Deviasi Standar

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

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

- Prosedur perhitungan metode standar deviasi pada batas spesifikasi tunggal adalah sebagai berikut (*United States Department of Defense, Sampling Procedure & Tables for Inspection by Variabels for Percent Defective, 1957:35*):

##### 1. *form 1* (metode K)

###### a. Indeks kualitas atas (U)

$$Q_U = \left[ \frac{U - \bar{X}}{S} \right] \quad (2-14a)$$

###### Indeks kualitas bawah (L)

$$Q_L = \left[ \frac{\bar{X} - L}{S} \right] \quad (2-14b)$$

Rumusan S dapat dilihat pada persamaan 2-13

Keterangan:

S = standar deviasi sampel

$\bar{X}$  = rata-rata sampel pengamatan

U = batas spesifikasi atas

L = batas spesifikasi bawah

###### b. *Acceptance constant* (k)

Harga k diperoleh dari tabel B-1

c. Kriteria penerimaan

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

2. form 2 (metode M)

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

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

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

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

b. Dugaan persen cacat lot (P)

Berdasarkan nilai  $Q_U$  dan  $Q_L$  didapatkan nilai  $P_U$  untuk  $Q_U$  dan nilai  $P_L$  untuk  $Q_L$  pada tabel B-5.

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

d. Kriteria penerimaan

Untuk menerima suatu lot adalah dengan membandingkan prosentase cacat lot lebih kecil atau sama dengan maksimum prosentase cacat yang dapat diterima,  $P_U \geq M$  atau  $P_L \leq M$ .

- Prosedur perhitungan metode deviasi standar pada batas spesifikasi ganda.

Pada metode standar deviasi dengan batas spesifikasi ganda (*double specification limit*) digunakan form 2 (metode M). (*United States Department of Defense, Sampling Procedures & Tables for Inspection by Variables for Percent Defective, 1957:41*).

1. form 2 (metode M)

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

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

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

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

- b. Dugaan persen cacat lot (P)  
Dugaan persen cacat lot (P) dapat didefinisikan sebagai berikut:  
$$P = P_U + P_L$$
Dimana harga  $P_U$  dan  $P_L$  dapat dilihat di tabel B-5.
- c. Maksimum persen cacat yang dapat diterima (M). Harga M dapat dilihat pada tabel B-3
- d. Kriteria penerimaan  
Untuk memvonis suatu lot apakah dapat diterima atau ditolak adalah dengan membandingkan dugaan persen cacat lot dengan maksimum cacat lot yang diterima. Lot diterima jika dugaan persen cacat lebih kecil atau sama dengan maksimum persen cacat lot yang diterima,  $(P_U + P_L) \leq M$ .

### 2.11.2 Jenis-jenis Pemeriksaan Pada MIL-STD-414

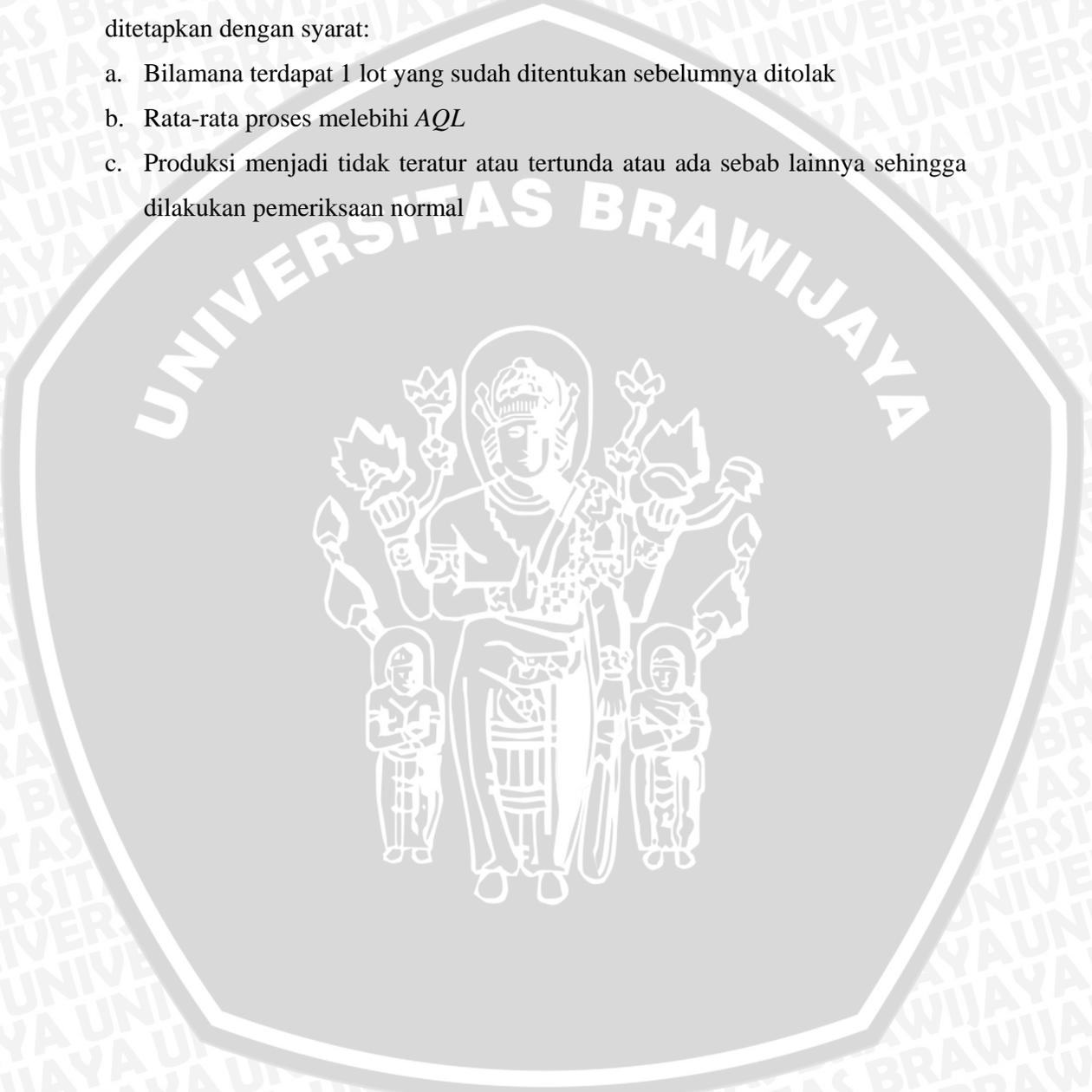
Pada MIL-STD-414 terdapat tiga macam pemeriksaan yang sering digunakan yaitu pemeriksaan normal, diperketat dan longgar. Sistem penerimaan dan penolakan dengan menggunakan ketiga pemeriksaan di atas mempunyai prosedur perpindahan tertentu yang akan dijelaskan sebagai berikut (*United States Department of Defense, Sampling Procedures & Tables for Inspection by Variabels for Percent Defective, 1957:78*):

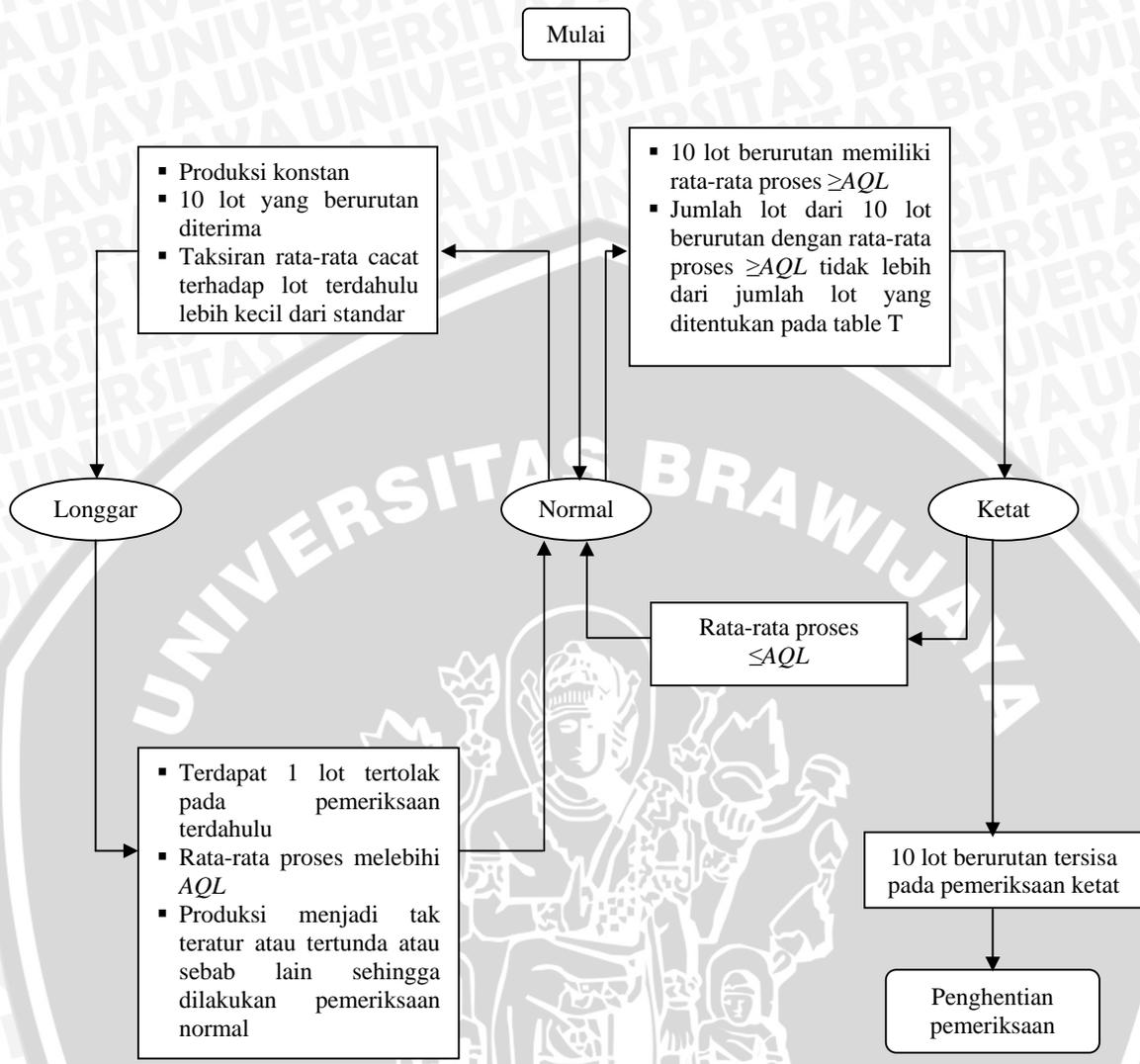
1. normal ke ketat  
Perkiraan rata-rata proses pada suatu saat tertentu adalah perkiraan persen kecacatan lot yang dihitung dari hasil pemeriksaan sampel yang telah dilakukan terlebih dahulu. Pemeriksaan diperketat akan dilakukan apabila perkiraan rata-rata proses lebih besar daripada *AQL* dan jumlah lot dengan rata-rata proses yang lebih besar dari *AQL* tidak lebih dari jumlah lot pada tabel T. Harga T ini tergantung pada kode ukuran sampel dan *AQL*.
2. ketat ke normal  
Apabila inspeksi diperketat sedang dilakukan maka dapat berpindah ke inspeksi normal, bila rata-rata prosesnya lebih kecil dari *AQL*.
3. normal ke longgar  
Apabila pemeriksaan normal sedang berjalan pada awal aktivitas pemeriksaan. Jenis pemeriksaan tersebut dapat berpindah ke tereduksi bila memenuhi syarat sebagai berikut:
  - a. Produksi pada tingkat tetap

- b. 10 lot terdahulu berturut-turut dalam pemeriksaan normal semuanya diterima
  - c. Taksiran rata-rata jumlah produk cacat dalam lot terdahulu lebih kecil dari batas spesifikasi bawah yang dipergunakan sebagai standar
4. longgar ke normal

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

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





Gambar 2.7 Prosedur peralihan pemeriksaan pada MIL-STD-414

### 2.11.3 Prosedur Penggunaan MIL-STD-414

Sebelumnya bahwa dalam pemilihan jenis pemeriksaan untuk pertama kali atau permulaan diambil jenis pemeriksaan normal bila tidak ada kebijaksanaan lain. Prosedur di dalam penggunaan tabel prosedur penggunaan MIL-STD-414 adalah (*United States Department of Energy, Technical Qualification Program: Problem Analysis & Risk Assesment Self Study Guide, 1996:27*):

1. Tentukan jenis pemeriksaan yang akan digunakan
2. Tentukan ukuran lot yang akan diperiksa
3. Carilah kode huruf ukuran sampel yang sesuai
4. Tentukan jenis rancangan sampel penerimaan yang sesuai untuk digunakan

5. Masukkan tabel yang sesuai data lot
6. Dilakukannya perhitungan dengan menggunakan metode standar deviasi untuk mengetahui apakah suatu lot dapat diterima atau ditolak.

### 2.12 Teknik Pengendalian Kualitas dan Sampling Penerimaan

Terdapat perbedaan utama di antara keduanya. Walaupun banyak literatur menganggap bahwa teknik pengendalian kualitas memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan dengan teknik sampling penerimaan, namun teknik pengendalian kualitas tidak menghilangkan perlunya sampling penerimaan, seperti yang tertera pada tabel di bawah ini bahwa terdapat dua perbedaan mendasar di antara kedua teknik ini. Pada teknik pengendalian kualitas, peta kontrol digunakan untuk membuat suatu keputusan pengendalian dan perbaikan proses, dan tindakan diambil pada proses untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan baik. Sebaliknya, sampling penerimaan digunakan untuk membuat keputusan pemvonisan produk dalam suatu lot, dan tindakan diambil pada lot yang dihasilkan di awal untuk memastikan kualitas produk yang dikeluarkan. Secara ideal dengan teknik pengendalian kualitas, tidak akan ada cacat produk yang akan dibuat dan sampling penerimaan tidak diperlukan, namun dalam prakteknya semua proses mempunyai beberapa resiko kegagalan dan oleh sebab itu prosedur penerimaan dan penolakan produk umumnya diperlukan.

Tabel 2.3 Perbedaan antara Peta Kontrol dan *Sampling Plan*

	<b>Peta Kontrol</b>	<b><i>Sampling Plan</i></b>
Keputusan	Atur/ biarkan	Terima/ Tolak
Terjadi Pada	Proses	Produk
Fokus	Produk yang akan datang	Produk lampau

Sumber : Dr. Wayne A. Taylor, [www.variation.com/samplingupdate.htm](http://www.variation.com/samplingupdate.htm)

### 2.13 Aplikasi Program Komputer

Program komputer yang akan digunakan sebagai alat pemecahan masalah di samping hitungan manual yaitu dengan memakai program *Microsoft Office Excel 2003* dan *Minitab 2001 v13*. Program *Microsoft Office Excel 2003* digunakan dalam olah data mentah menjadi data jadi, sedangkan program *Minitab 2001 v13* merupakan program untuk memecahkan permasalahan di bidang statistika dengan *interface* yang mudah termasuk di dalamnya mengenai permasalahan *quality control*.

## 2.14 Proses Pembuatan Keramik Lantai (*Floor Tile*)

Adapun proses produksi dari pembuatan keramik lantai (*floor tile*) ini terbagi dalam 5 tahapan pokok, antara lain :

1. *Preparation*
  - *Body preparation*
  - *Glaze preparation*
2. *Body shaping*
  - *Dried powder pressing*
3. *Surface coating*
  - *Glaze application*
4. *Body and glaze firing*
  - *Single firing*
5. *Packaging*
  - *Sorting*
  - *Packing*

### 2.14.1 *Body Preparation*

*Body Preparation* adalah seksi yang bertugas mengelola bahan baku atau material menjadi serbuk (*powder*) untuk pembuatan *body* keramik dan menyiapkan *powder* tersebut untuk digunakan dalam proses pembuatan *body* keramik. Di *body* keramik ini terdiri dari beberapa jenis material, diantaranya ada jenis *clay* (tanah liat) dan jenis *feldspar* (batuan) atau pasir. Material untuk *body* keramik ini seperti *PS-1*, *TMB*, *A2*, *BOB*, *FFC* dan *CLS*.

Tahapan proses pembuatan serbuk yaitu :

#### a. *Hard Material Grinding Section*

*HMG (Hard Material Grinding)* adalah mesin untuk menghancurkan batuan yang bongkahannya besar menjadi kecil. Pada seksi ini bahan-bahan yang sifatnya keras dan kuat seperti *feldspar*/ batuan yang berukuran kira-kira 20-30 cm menjadi 1-3 cm dihancurkan. Dan juga pada seksi ini menghancurkan sisa-sisa keramik yang *scamot*. Material atau keramik tersebut dimasukkan ke dalam *Hoper*. Alat untuk penggilingan batuan yang besar adalah *Jaw Crusher*. Selanjutnya material tersebut dimasukkan ke dalam *Ring Mill*. Kemudian material ini digiling menjadi serbuk halus yang berukuran mulai dari 1-3 sampai 0,1-1,4 mm. Setelah digiling material dimasukkan ke dalam

*Storage* dan siap untuk proses selanjutnya ke penimbangan material.

#### **b. Dosing System**

*Dosing* adalah proses penimbangan material sebelum dimasukkan ke dalam *Ball Mill*. Sebelum dilakukan penimbangan, material yang sudah digiling dibawa oleh *wheel loader* untuk dimasukkan ke dalam *dosing*. *Dosing* ini menimbang secara otomatis sesuai dengan penyetelan yang ditentukan dan dengan formula yang telah disiapkan oleh pihak laboratorium. Yang mana *dosing* ini ada 2 (dua) sektor. Masing-masing sektor mempunyai 4 (empat) timbangan.

1. Sektor A : *Ball Mill* 1 – 8
2. Sektor B : *Ball Mill* 9 -16

Setelah ditimbang, material dibawa oleh *belt conveyor* untuk dimasukkan ke dalam *Ball Mill*. Kemudian material tersebut siap untuk proses *milling*.

#### **c. Milling Section**

*Milling Section* adalah bagian yang bertugas untuk membuat dan menyiapkan *slip*. Pada *milling section* ini digunakan *Ball Mill* untuk menggiling material atau bahan baku agar menjadi *slip*. Komposisi material atau bahan baku dalam satu formula yang akan dimiling dicampur dengan air sebanyak 37 % dan *water glass* sebanyak 1,3 %. Setelah semua bahan tercampur di dalam *Ball Mill*, maka siap untuk proses *milling*. *Milling* material ini dilakukan selama 5 – 6 jam, agar material tersebut hancur dan homogen. Sebagai bahan atau alat bantu penggiling material di dalam *Ball Mill* ada batu yang dinamakan dengan *ball stone* atau batu *allubit*. Batu yang di dalam *Ball Mill* 25 % kecil, 50 % sedang, dan 25 % besar. Sedangkan untuk kapasitas materialnya ada yang 25 ton, 18 ton dan 14 ton. Pada *Ball Mill* juga terdapat karet (*rubber lining*) yang berada di dinding *Ball Mill*. Fungsi dari karet ini adalah untuk mencegah abrasi atau keausan pada dinding *Ball Mill*. Setelah di-*milling* selama waktu yang ditentukan, *Ball Mill* akan berhenti dengan sendirinya. Kemudian dilakukan pengecekan *Rheology* yang meliputi *density* dengan standar 1580 – 1620 gram/liter, *viscosity* 15 – 42 ml/detik, residu 8 – 15 % dan *moisture contents*-nya 8,0 – 8,5 %. Untuk pengecekan *Rheology* ini digunakan alat yang dinamakan dengan *picnometer*, *vordcup*, *open* dan *emblance*. Apabila *Rheology*-nya telah memenuhi standar, maka *slip* tersebut siap dituangkan ke dalam *stirer tank* (*slip tank*).

#### **d. Stirer Tank Section**

*Slip* dari *Ball Mill* ditampung di dalam beberapa *stirer tank*. Sebelum *slip* ini dimasukkan ke dalam *stirer tank*, *slip* ini disaring melalui saringan *slip tank* agar

material yang tidak larut tidak ikut masuk ke dalam *stirer tank*. Di dalam *stirer*, *slip* melalui proses *mixer* supaya *slip* tersebut homogen. Lama penyimpanan *slip* di dalam *stirer* adalah kurang lebih 24 jam. Kemudian *slip* ditransfer ke *storage* terakhir (*ST-9*) melalui saringan getar *AS (Agitator Siever)* dengan tekanan pompa 2 bar. *Slip* ini melalui dua saringan, yang pertama *slip* melalui saringan atas dengan ukuran 60–80 mesh, sedangkan saringan yang kedua adalah saringan bawah dengan ukuran 40 mesh. Kapasitas untuk *stirer tank* ini adalah 126 ton untuk 1 *stirer*. *Slip* yang sudah melalui penyaringan langsung dipompa ke *spray drier* dengan pompa PPB PAM. Kemudian *slip* siap di-*spray*.

#### e. *Spray Drier Section*

Unit ini bertugas dalam proses pemisahan adonan *slip* menjadi *powder*. Melalui proses pemompaan *slip*, pemanasan, penguapan dan pengeringan melalui temperatur tertentu. *Slip* ini dipompa ke *spray drier* oleh pompa PPB POM dengan tekanan 15 – 20 bar. *Slip* ini dipompa ke *chamber* atau ruangan panas, disemurkan oleh *lances* dan dipanaskan, maka keluarlah butiran-butiran dari *slip* tersebut. Butiran tersebut dinamakan *powder*. Uap dari *powder* keluar melalui cerobong. *Powder* yang kasar turun lewat *chamber* dan yang halus di *cyclone*. Pada *spray drier* ini ada enam unit *cyclone*. Yang masing-masing *cyclone* berfungsi untuk menahan debu agar tidak keluar ke atas. *Powder* yang turun lewat *chamber* sebelum dibawa oleh *belt conveyor* disimpan dulu di *silo*. *Powder* ini melewati saringan 7 mesh. Untuk pengecekan *powder* dilakukan 1 jam sekali dengan standard *moisture contents powder* 6,5 – 8,5. Setelah melewati saringan, *powder* ini dibawa ke *silo* atau tempat penampungan *powder* dengan bantuan *belt conveyor*. *Powder* disimpan di *silo* selama 24 jam dengan kapasitas 1 *silo* 110 ton. Dan *powder* siap untuk proses selanjutnya. Kapasitas *powder* ini per jamnya 29 – 31 ton dengan jumlah 656.000 – 744.000 kg/hari.

### 2.14.2 *Press Section*

#### a. *Pengepressan Powder*

*Powder* yang ditampung atau disimpan di dalam *silo* ditransfer melalui *belt conveyor* ke *hoper*. Dari *hoper*, *powder* dimasukkan ke cetakan. *Powder* yang dimasukkan ke cetakan ini melalui *filler* yang bergerak maju mundur untuk mengisi cetakan. Setelah cetakan terisi kemudian dilakukan pengepressan secara maksimal atau *main pressing*. *Pressing* atau tekanan pertama 180 – 250 bar yang disusul dengan langkah *dearation* yang bertujuan untuk mengeluarkan udara yang terjebak di dalam

pori-pori *green tile*, sedangkan tekanan yang kedua 200 – 310 bar yang berfungsi dalam proses pembentukan. Bila pengepressan ini kurang atau jauh dari tekanan yang sudah distandarkan, maka *green tile* akan mudah rapuh.

#### **b. Proses Pengeringan / Drier**

Setelah *powder* dicetak atau dipress, kemudian *green tile* dibawa dengan bantuan rol melewati *brushing* untuk membuang debu yang berada pada permukaan dan bagian bawah *tile*. Setelah melewati *brushing*, kemudian *tile* dibawa ke mesin *drying* untuk melakukan pengeringan atau pembakaran. Pada mesin *vertical drier* dilakukan selama 16 – 20 menit, dengan temperatur pengeringannya  $80 \pm 5$  % dan *moisture contents* 0,8 – max 1 %. Keranjang/ basket pada mesin *drier* ini berjumlah 28 keranjang dan masing-masing keranjang berisi 358 *pieces*.

#### **2.14.3 Glaze Preparation Section**

Pada *Glaze Preparation* adalah seksi pembuatan *slip engobe* dan *glaze* untuk permukaan *tile*. *Glaze* merupakan lapisan terluar yang kedap air yang memberi kesan bersih dan dekoratif. Adapun tahapan proses dari pembuatan *slip engobe* dan *glaze* adalah sebagai berikut :

##### **a. Penyiapan Material Engobe dan Glaze**

Untuk *engobe* material yang digunakan adalah seperti *FDB*, *F.Kaltum/Eshan*, *Kalben Clay*, *Kaolin 325 #*, *Silika Wash 24 #* dan *CaCO<sub>3</sub> B400*. Sedangkan untuk *glaze* (*glazure*) seperti *Zircobit MO*, *FCG*, *Fieldspar Eshan*, *Kalsium*, *Kaolin*, *Fritz*, *CNC* dan *Water Glass* sebanyak 0,2 %. Kemudian material tersebut masing-masing ditimbang sesuai dengan formula yang telah ditentukan oleh pihak laboratorium. Setelah material ditimbang, kemudian dikirim ke *Glaze Preparation* dengan *forklift*.

##### **b. Milling Section**

Material yang telah sampai di *glaze preparation section* dimasukkan ke dalam *Ball Mill* dengan bantuan *hoist*. Sebelum pemillingan dilakukan, material ini dicampur dengan air dan *water glass*. Untuk komposisi material *engobe* sebanyak 50 % dan untuk material 45 %. Untuk air ini disetting dulu berapa air yang akan dibutuhkan dengan bantuan alat yang dinamakan *flowmeter*. Setelah settingan sesuai, kemudian baru kran dibuka, air disalurkan melalui pipa yang dimasukkan ke dalam *Ball Mill*.

Apabila semua material telah tercampur di dalam *Ball Mill*, kemudian siap untuk *milling*. Untuk *engobe* dimilling selama 5 – 6 jam, sedangkan untuk *glaze* dimilling selama 5 – 10 jam. Proses *milling* ini dilakukan agar semua material yang dicampur

menyatu. Setelah diproses, kemudian *Ball Mill* berhenti. Sebelum dituang ke *storage tank*, *slip engobe* dan *glaze* ini diambil sampelnya dulu untuk pengecekan *residu*, *survace*, *density* dan *viscosity*. Kapasitas material yang dimilling di dalam *Ball Mill* ini untuk *engobe* 5 ton dan untuk *glaze* 9 ton.

**c. Unloading Section**

Pada bagian ini *engobe* dan *glaze* dikeluarkan dari *Ball Mill* melalui selang menuju alat penyaringan 80–100 #. Setelah disaring, *glaze* dan *engobe* dituang ke *storage tank* dengan memakai pompa *vibrating*. Di dalam *storage* ini dilengkapi dengan pengaduk, yang mana fungsinya pengaduk ini dilakukan untuk mencegah pengendapan pada *engobe* dan *glaze*. Tujuan *engobe* dan *glaze* disimpan di *storage tank* ini sebelum ditransfer ke *glaze application* yaitu supaya *engobe* dan *glaze* tidak terlalu panas sewaktu disemprotkan ke *body*.

**d. Transfer Section**

*Engobe* dan *glaze* yang ada di *storage tank* disaring dulu dengan saringan 100–120 # sebelum ditransfer ke *glaze application*. Apabila pengecekan sudah sesuai baru dikirim. Pengiriman *engobe* dan *glaze* ini harus melalui ijin dari laboratorium. Pengiriman bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan *wilden pump* dan *forklift*.

**2.14.4 Glaze Application Section**

*Green tile* yang sudah terbentuk tersebut diberi lapisan dengan cara pengabutan pada permukaan keramik. Tahapannya dapat dilihat sebagai berikut :

**a. Pemeriksaan Green Tile**

*Green Tile* yang diperoleh dari proses pengepressan dan *drying* sebelumnya diperiksa kecacatan atau rusaknya juga suhu pada *tile* tersebut. Apabila tidak ada yang cacat atau rusak maka *tile* layak atau siap untuk proses selanjutnya yaitu pemberian *engobe* dan *glaze* pada permukaan *tile*.

**b. Pemberian Engobe**

*Green Tile* yang sudah lolos uji kemudian dibawa oleh *van belt* ke kabin *engobe*, tetapi sebelum masuk ke kabin *engobe tile* melewati *brushing* dulu atau sikat pembersih permukaan. Kemudian melewati *blower* yang berfungsi untuk menyedot debu yang tertinggal di atas *green tile*. Untuk proses selanjutnya baru *tile* dimasukkan ke kabin *engobe* dengan cara pengabutan dengan *disc*. Fungsi *engobe* ini untuk menutupi pori-pori *body* permukaan *tile*, agar *glaze* menyatu dengan *body*. Untuk berat *engobe* yang dispray ke *tile* diatur dengan ketentuan, yaitu sebanyak 40 gram dan minimal 35 gram.

### c. Pemberian Glaze

*Tile* yang sudah melewati kabin *engobe* ini kemudian melewati kabin *glaze*, untuk pengglasuran. Yang mana fungsi *glazure* untuk menambah kekuatan *Green Bending Tile* yang sudah dimasukkan ke kabin, baik kabin *engobe* maupun kabin *glaze* diatur jaraknya. Jarak ini diatur dengan bantuan *spicer*, yang maksimal jarak antar *tile* 5 cm. Untuk pemberian *glazure* ini beratnya 65 gram – 68 gram dan sudah diatur sesuai dengan *WI (Work Instruction)*. Dan untuk pengecekan *engobe* dan *glaze* dicek setiap 5 menit dengan melihat *density*, *viscosity* dan beratnya. Setelah *tile* keluar dari kabin *glazur*, sebelum masuk ke proses selanjutnya terlebih dahulu *tile* melewati *Roll Engobe Under Tile*, supaya *tile* yang masuk ke pembakaran/ *kiln* tidak lengket di *Roll Kiln* dan *Roll* tidak kotor.

#### 2.14.5 Firing/ Kiln Section

Pada seksi *firing/ kiln* disini berperan dalam pembakaran keramik, dimana keramik mentah yang sudah diberi motif lalu menjadi keramik matang. Prosesnya *green tile*, dari *roller matic* dipindahkan ke *roller kiln*. Temperatur pembakaran berkisar antara 600° C sampai 1180° C dengan melewati 3 zone yaitu : *pre-heating zone*, *firing zone*, dan *cooling zone*. Untuk memeriksa temperaturnya menggunakan *Thermocoupe*, sedangkan mengirim data dari dalam *kiln* ke *control room* atau suatu alat yang dinamakan *Thermoregulator*. Yang mengeluarkan api di dalam *kiln* ini adalah *burner*.

Daerah pada proses *firing* yaitu :

##### a. Pre-heating Zone (temperatur di bawah 1100° C)

Zone pertama pada proses *firing/ kiln* ini adalah *pre-heating zone*, yang berfungsi untuk membuang sisa-sisa kadar air sampai dengan 5 % dan gas yang ada pada *tile*. Untuk menghindari keretakan dan penguapan bahan organik seperti unsur karbon dan diikuti dengan melelehnya *glaze* pada keramik. Temperatur pada *pre-heating zone* dimulai dari modul 1–24, yang dinamakan dengan modul ini adalah sambungan. 1 modul ada 8 burner atas, kanan kiri 4.

##### b. Firing Zone (temperatur maksimal 1170° – 1180° C)

Pada daerah ini, badan dan *glazure* keramik telah matang dan kondisinya pun telah stabil, tidak ada perubahan *size*. Suhu atas firing 1170° C dan suhu bawah 1180° C. Suhu bawah lebih tinggi karena untuk mendorong karbon keluar *tile*. Fungsi dari *firing zone* ini yaitu untuk membentuk *size*, *plannar* dan pemotongan *glaze* dan *body*. Temperatur atas dinamakan dengan *Hipper Zone*, temperatur bawah *Lower Zone*.

Pada *firing* suhu dijaga dengan konsisten untuk menghindari *overheating* yang menyebabkan cacat pada keramik setelah keluar dari pembakaran, misalnya seperti *Cooling Crake*. Pada *firing zone* ini dimulai dari modul 25 – 31.

**c. Cooling Zone (temperatur 700° – 600° C)**

*Cooling Zone* ini berfungsi untuk menghindari terjadinya *cooling crake* (cacat keramik berupa bentuk pecah halus setelah *tile* matang). Udara dingin dari *blower* melalui pipa. Pada *cooling zone* ini dimulai dari modul 32 – 52.

Lamanya pembakaran keramik lantai ini di *kiln* selama 40 menit.

Sedangkan lamanya waktu untuk per-modulnya adalah :

1. Pre-heating zone

$$0,76 \times 24 = 18.46 \text{ menit}$$

$$0,76 \text{ untuk 1 modul}$$

$$\text{Modul 1} - 24 = 18.46 \text{ menit}$$

2. Firing zone

$$0,76 \times 6 = 4.56 \text{ menit}$$

3. Cooling zone

$$0,76 \times 20 = 15.20 \text{ menit}$$

**2.14.6 Sorting dan Packing Section**

Seksi *sorting* dan *packing* berfungsi untuk menyortir dan mengemas keramik menurut kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan. Seksi ini merupakan seksi *finishing/* pengepakan keramik lantai di PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR). Adapun proses penyortiran dan pengepakan adalah sebagai berikut :

**a. Penyortiran Keramik**

Sebelum keramik ini melewati penyortiran, terlebih dahulu melewati *Brack Roll* untuk mendeteksi apakah keramik tersebut cembung. Apabila keramik tersebut cembung, maka sewaktu melewati *brack roll* keramik akan pecah. Di bawah alat tersebut telah disediakan tempat/ box untuk menampung keramik yang pecah. Setelah keramik lolos dari *brack roll* maka keramik melewati *brushing* untuk membersihkan bagian atas atau permukaan pada keramik. Penyortiran *surface defect* keramik dilakukan dengan manual (operator manusia), karena untuk melihat itu biasa dilakukan dengan mata. Tetapi untuk penyortiran cembung, cekung dan kelurusan keramik dilihat dengan menggunakan mesin *calibro*. Setelah melewati mesin *calibro*, keramik ini dipilih berdasarkan kualitas I, kualitas II dan kualitas III. Yang mana KW I tidak

nampak cacat, KW II ada cacat tetapi tidak terlalu kelihatan, sedangkan KW III nampak cacat. Penyeleksian dan pemilahan berdasarkan warna serta kecacatan yang terdeteksi oleh mesin *stacker*. Keramik yang sudah terdeteksi ini, di dalam mesin *stacker* sudah terpisah menurut ukuran-ukurannya.

#### b. Packing Section

Pada bagian ini bertugas mengemas keramik yang sudah dipisahkan berdasarkan kualitasnya. Keramik yang keluar dari mesin *stacker* kemudian ke mesin *rapping* untuk pembungkusan keramik lalu melewati *printer* untuk pemberian status kepada keramik. Setelah dibungkus di dalam box-box menurut ukuran banyaknya 1 meter keramik, kemudian diletakkan di atas *falleting* lalu siap dibawa ke *warehouse*. Banyaknya keramik yang diletakkan di atas *falleting* ini sebanyak 99 box untuk size 30 x 30. Untuk keramik yang *reject* tidak dikemas, namun dikembalikan ke tempat penyimpanan untuk diolah kembali.

### 2.15 Penggunaan Mesin dan Peralatan

Dalam memproduksi keramik lantai pada PT. Muliakeramik Indahraya digunakan mesin dan peralatan yang mendukung lancarnya proses produksi. Mesin dan peralatan yang digunakan antara lain :

Tabel 2.4 Mesin dan Peralatan pada *Body Preparation Section*

No.	ALAT	FUNGSI
1	<i>Jaw Crusher</i>	Untuk menghancurkan batuan yang besar dari ukuran 20-30 cm menjadi 1-3 cm.
2	<i>Ring Mill</i>	Untuk menggiling material menjadi halus mulai dari ukuran 1-3 cm sampai 0.1-0.4 mm.
3	<i>Wheel Loader</i>	Untuk membawa material yang dijalankan oleh operator.
4	<i>Dosing</i>	Untuk menimbang material.
5	<i>Van Belt</i>	Membawa material dari timbangan untuk dimasukkan ke dalam <i>Ball Mill</i> .
6	<i>Ball Mill</i> -0 Kapasitas 22 ton : 1 unit -1 Kapasitas 18 ton : 4 unit -2 Kapasitas 14 ton : 12 unit	Menggiling material / bahan baku <i>body</i> menjadi <i>slip</i> / adonan.

7	<i>Storage Tank</i> -3 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 -4 4	Untuk menampung <i>slip body</i> . Untuk tempat penampungan limbah seperti air cuci <i>Ball Mill</i> , cuci lantai, dll.
8	Saringan Getar ( <i>Agitator Siever/ AS</i> ) -5 Saringan atas 60-80 # 4 -6 Saringan bawah 40 # 2	Untuk melepaskan ampas / residu yang ada di dalam <i>slip</i> .
9	Pompa PPB	Untuk memompa <i>slip</i> dari <i>storage tank</i> ke <i>spray drier</i> .
10	<i>Spray Drier</i>	Untuk mengeringkan <i>slip</i> menjadi serbuk <i>powder</i> .
11	<i>Cyclon</i>	Untuk menampung debu halus supaya tidak terbang keluar bersama dengan uap.
12	<i>Lances</i>	Alat untuk menyemburkan <i>slip</i> .
13	<i>Silo</i>	Tempat penampungan <i>powder</i> .

Sumber : PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)

Tabel 2.5 Mesin dan Peralatan pada *Press Section*

No.	ALAT	FUNGSI
1	Mesin <i>Press</i>	Alat untuk mencetak <i>powder</i> menjadi <i>tile</i> .
2	<i>Filter</i>	Alat untuk mengisi cetakan.
3	<i>Brush</i>	Alat pembersih kotoran yang melekat pada bagian permukaan dan bagian bawah <i>body tile</i> .
4	<i>Scrapper</i>	Pembersih sirip <i>tile</i> bagian bawah.
5	<i>Mesin Drier</i>	Untuk mengeringkan <i>green tile</i> .
6	<i>Roll Matic</i>	Untuk membawa <i>tile</i> ke mesin <i>drier</i> .
7	<i>Basket</i>	Meletakkan keramik yang akan dibakar di dalam mesin <i>drier</i> .
8	<i>V. Belt</i>	Membawa <i>tile</i> ke <i>glaze application section</i> .

Sumber : PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)

Tabel 2.6 Mesin dan Peralatan pada seksi *Glaze Preparation Section*

No.	ALAT	FUNGSI
1	<i>Ball Mill</i> -7 Kapasitas 5 ton -8 Kapasitas 2 ton -9 Kapasitas 800 ton -10 Kapasitas 150 ton -11 Kapasitas 100 ton	Menggiling material <i>glaze</i> dan <i>engobe</i> .
2	<i>Storage Tank</i> -12 Kapasitas 6.000 ltr : 16 unit -13 Kapasitas 4.000 ltr : 16 unit	Tempat penyimpanan <i>glaze</i> dan <i>engobe</i> sebelum ditransfer ke <i>glaze application section</i> .
3	Saringan 8-100 #	Untuk menyaring material <i>engobe</i> dan <i>glaze</i> sebelum dituang ke <i>storage tank</i> .
4	<i>Vibrating Pump</i>	Untuk memompa <i>glaze</i> yang sudah disaring ke <i>storage tank</i> .
5	Saringan 100-120 #	Untuk menyaring material <i>engobe</i> dan <i>glaze</i> dari <i>glaze preparation</i> ke <i>glaze application</i> .
6	<i>Wilden Pump</i>	Memompa <i>engobe</i> dan <i>glaze</i> ke <i>glaze application</i> .
7	<i>Forklift</i>	Membawa <i>engobe</i> dan <i>glaze</i> ke G.A.
8	Mesin <i>Cuccolini</i>	Untuk <i>milling</i> pasta.
9	<i>Picnometer</i>	Untuk pengecekan <i>density</i> .
10	<i>Vordcup</i>	Untuk pengecekan <i>viscosity</i> .
11	<i>Open</i>	Untuk pengecekan residu.

Sumber : PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)

Tabel 2.7 Mesin dan Peralatan pada *Glaze Application Section*

No.	ALAT	FUNGSI
1	<i>Brushing</i>	Untuk pembersih permukaan <i>green tile</i> .
2	<i>Blower</i>	Penyedot debu yang ada di permukaan <i>green tile</i> .
3	<i>Cabin Engobe</i>	Untuk penyemprotan <i>engobe</i> .
4	<i>Cabin Glaze</i>	Untuk penyemprotan <i>glaze</i> .
5	<i>Spicer</i>	Untuk mengatur jarak <i>tile</i> yang masuk ke kabin.
6	<i>Roll Engobe Under Tile</i>	<i>Engobe</i> untuk bawah <i>tile</i> agar <i>tile</i> tidak lengket sewaktu pembakaran di <i>kiln</i> .
7	<i>Van Belt</i>	Untuk membawa <i>tile</i> .
8	<i>Pulley</i>	Untuk memutar <i>van belt</i> .
9	<i>Motor Tryno</i>	Untuk menggerakkan <i>pulley</i> .
10	<i>Van Belt Oretan</i>	Untuk membelokkan <i>tile</i> pada tikungan.
11	<i>Guide</i>	Untuk meluruskan perjalanan <i>tile</i> .
12	<i>Vibrating Shif</i>	Untuk menyaring <i>glaze</i> .
13	Timbangan	Untuk menimbang <i>green tile</i> .
14	<i>Roll Matic</i>	Untuk membawa/ menjalankan <i>tile</i> .
15	<i>Car</i>	Untuk penyimpanan <i>tile</i> yang sudah diglasur.

Sumber : PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)

Tabel 2.8 Mesin dan Peralatan pada *Firing/ Kiln Section*

No.	ALAT	FUNGSI
1	<i>Burner</i>	Alat untuk pembakaran dalam <i>kiln</i> .
2	<i>Thermocoupe</i>	Untuk melihat temperatur.
3	<i>Thermoregulator</i>	Untuk mengirim data dari dalam <i>kiln</i> ke <i>control room</i> .
4	<i>Chimney</i>	Untuk menarik panas dari keramik.
5	<i>Display</i>	Untuk menunjukkan kecepatan pembakaran.
6	<i>Roller Kiln</i>	Pembatas panas.

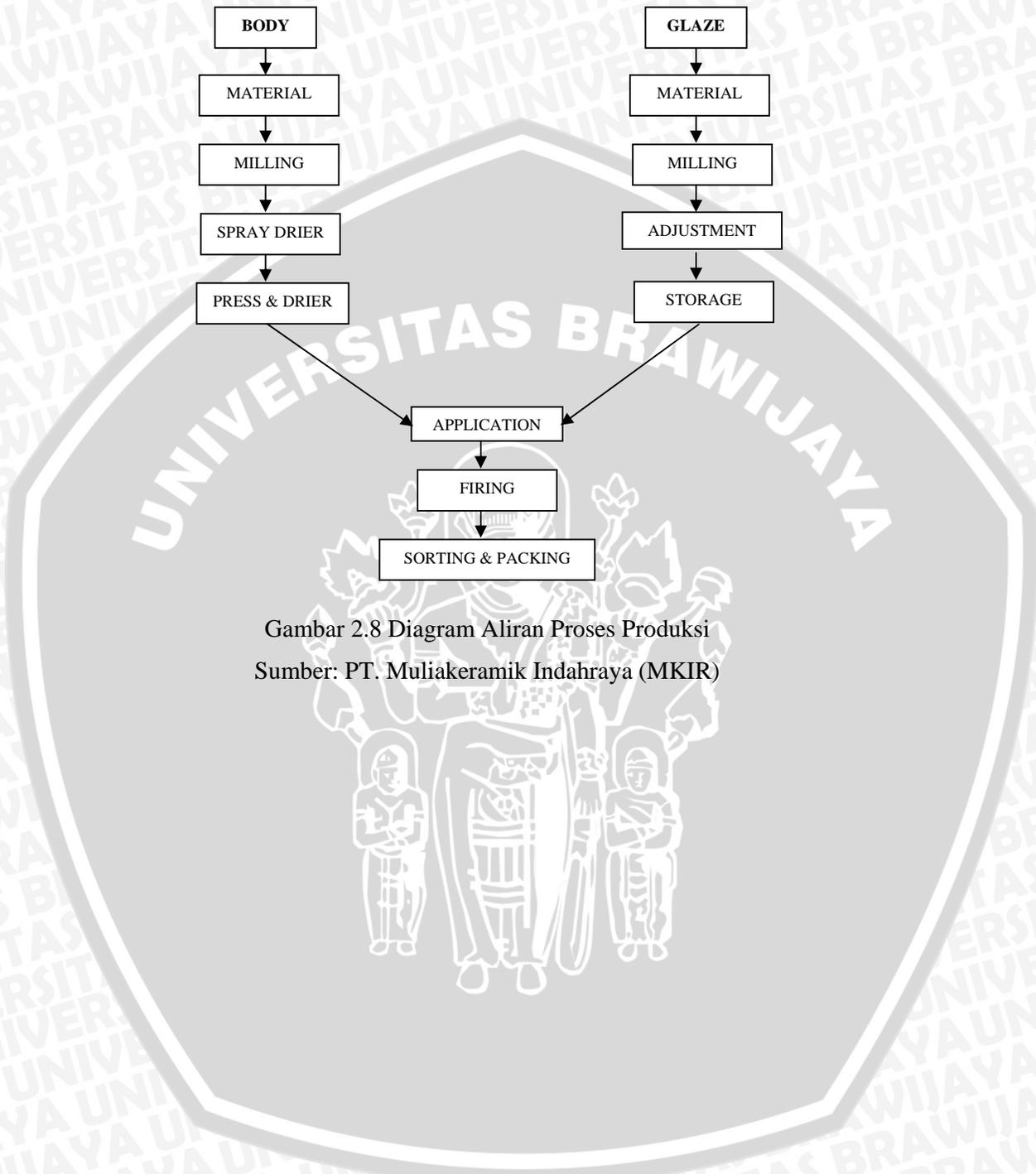
Sumber : PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)

Tabel 2.9 Mesin dan Peralatan pada *Sorting and Packing Section*

No.	ALAT	FUNGSI
1	<i>Unloading</i>	Mengeluarkan <i>tile</i> dari <i>car</i> .
2	<i>Sortir</i>	Menentukan kualitas dari permukaan <i>tile</i> .
3	<i>Calibro</i>	Untuk mengukur <i>planarity</i> / cembung cekung.
4	<i>Belt Conveyor (van belt)</i>	Membawa <i>tile</i> ke mesin <i>stacker</i> .
5	<i>Brack Roll</i>	Untuk mendeteksi kelurusan keramik.
6	Mesin <i>Rapping</i>	Untuk pembungkusan keramik.
7	Mesin <i>Stacker</i>	Untuk memilah-milah keramik yang sudah disortir.
8	Mesin <i>Printor</i>	Untuk memberi status.
9	<i>Falleting</i>	Untuk meletakkan <i>tile</i> (keramik) yang sudah di- <i>packing</i> .
10	<i>Palkon</i>	Untuk menyusun keramik yang sudah di- <i>packing</i> diatas <i>falleting</i> .
11	<i>Scraping</i>	Untuk mengikat keramik yang sudah di- <i>packing</i> .
12	<i>Forklift</i>	Untuk membawa keramik ke area transit dari mesin ke <i>warehouse</i> .

Sumber : PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)

### 2.16 Diagram Aliran Proses Produksi



Gambar 2.8 Diagram Aliran Proses Produksi  
Sumber: PT. Muliakeramik Indahraya (MKIR)



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian deskriptif, yaitu studi untuk mengadakan perbaikan terhadap suatu keadaan terdahulu. Penelitian dilakukan terhadap suatu permasalahan yang ada dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Berarti penelitian dilakukan dalam rangka untuk mencari dan mengumpulkan sejumlah data guna menciptakan suatu gambaran fakta-fakta yang jelas tentang berbagai hal, keadaan situasi yang ada pada perusahaan.

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

##### 1. Survey Pendahuluan

Langkah awal penelitian yang perlu dilakukan adalah melakukan survey pendahuluan untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang berkaitan dengan objek penelitian dan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada PT. Muliakeramik Indahraya, Cikarang – Jawa Barat.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam survey ini antara lain:

- ◆ Mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di perusahaan saat ini
- ◆ Melakukan wawancara dengan pihak yang berhubungan dengan permasalahan yang ada pada perusahaan

##### 2. Identifikasi Masalah

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

##### 3. Studi Literatur

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

##### 4. Pengumpulan Data

Dilakukan dengan melakukan riset lapangan, suatu cara untuk memperoleh data dengan pengamatan terhadap suatu objek yang diteliti. Proses pengumpulan data yang dilakukan adalah :

a. Data Atribut

Yaitu data diperoleh berdasarkan karakteristik kualitas pada produk keramik *ARTHIC WHITE* yang digolongkan atas:

- KW-1 (kualitas baik), yaitu tanpa cacat sedikitpun
- KW-3 (kualitas rendah), yaitu terdapat cacat namun tidak terlalu tampak
- cacat (ditolak), yaitu terdapat cacat dan terlihat

b. Data Variabel

Yaitu data diperoleh berdasarkan karakteristik kualitas yang dinyatakan dalam bentuk angka (hasil pengukuran), yaitu data dimensi keramik.

5. Perencanaan Pengendalian Kualitas

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah untuk dijadikan pedoman dalam pelaksanaan manajemen pengendalian kualitas dalam perusahaan.

6. Kesimpulan dan Saran

Setelah diperoleh pemecahan masalah maka langkah selanjutnya adalah menyimpulkan hasil pengolahan data dan memberikan saran-saran bagi perusahaan.

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara:

a. Metode Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Metode ini digunakan dalam pengumpulan data, dimana penyelidik secara langsung terjun pada proyek penelitian, sedangkan cara lain yang dipakai dalam *Field Research* ini adalah :

- Observasi

Suatu metode dalam memperoleh data dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya dalam perusahaan, seperti proses produksi keramik dan pengambilan sampel dalam kegiatan inspeksi produk.

- Interview

Suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan jalan mengajukan pertanyaan secara langsung pada saat perusahaan mengadakan suatu kegiatan. Antara lain kepada supervisor *QC* dan staf-staf yang terlibat.

- Dokumentasi

Suatu metode pengumpulan data dalam perusahaan yang berupa catatan-catatan atau arsip yang telah ada, seperti data produksi, data cacat produk dan lain-lain.

- b. *Library Research*

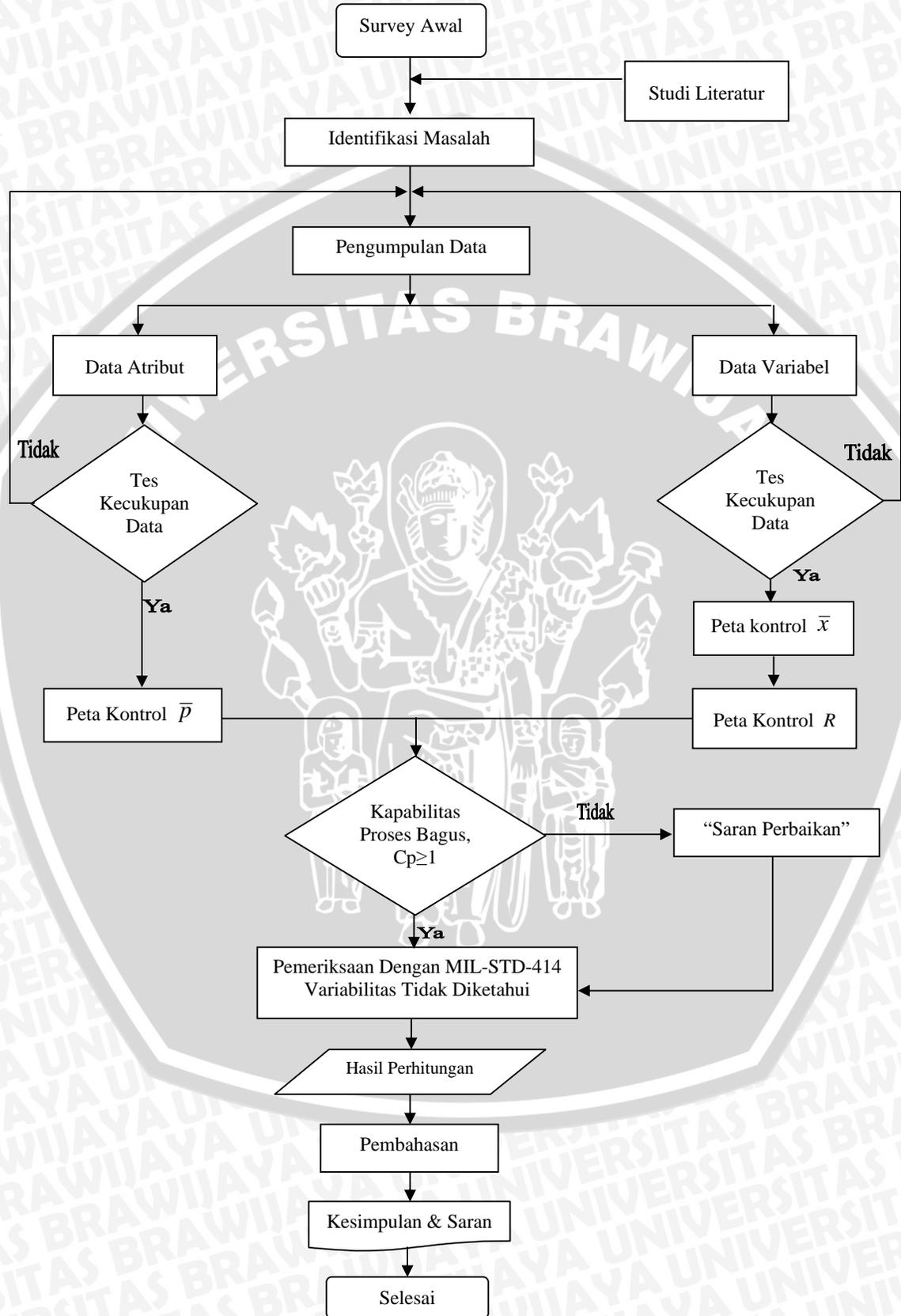
*Library Research* merupakan suatu cara penelitian dengan mempelajari buku-buku atau literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang sedang dihadapi.

### 3.3 Fasilitas Pengumpulan Data

Fasilitas-fasilitas yang digunakan dalam pengumpulan dan pengolahan data adalah sebagai berikut:

- ♥ Kertas dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat segala hal mengenai objek yang diteliti
- ♥ Arsip-arsip perusahaan yang digunakan untuk mengambil data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang diteliti
- ♥ Komputer beserta perangkat lunaknya yang digunakan untuk pengetikan dan pengolahan data

3.4 Diagram Alir Penelitian



## BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### 4.1 Pengumpulan Data

Pada bab ini disajikan pengumpulan data untuk keperluan perencanaan penarikan sampling penerimaan yang diperoleh langsung dari hasil observasi dan penelitian di PT. Muliakeramik Indahraya, Cikarang. Pengambilan data dilakukan secara random dilakukan sebanyak sebelas kali pengambilan data dalam sehari terhadap sebelas keramik yang dipilih secara acak.

#### 4.1.1 Data Produksi

Data yang diperlukan dikelompokkan dalam dua karakteristik yaitu:

##### ⊗ Data Atribut

Data atribut dari produk keramik *ARTHIC WHITE* adalah data yang bersifat data cacat visual dan dikategorikan pada KW-3. Berikut data cacat atribut pada produk keramik tersebut:

- ψ *Glaze droplet*
- ψ *Cracking press*
- ψ *Chipping input kiln*
- ψ *Weavy surface*
- ψ *Chipping press*
- ψ *Chipping output kiln*
- ψ *Plannar*
- ψ *Not shade*
- ψ *Fallen dirty*

Data cacat atribut ini diambil setiap hari sesuai dengan kapasitas produksi keramik jenis tersebut selama 30 hari pada bulan September 2006.

Pada gambar 4.1 ditunjukkan macam-macam cacat dominan yang terjadi selama proses pembuatan keramik *ARTHIC WHITE*.

##### 1. *Glaze droplet*

Cacat yang ada pada permukaan keramik yang disebabkan adanya *glaze* yang mengembun dan menetes ke permukaan keramik. Gambar ditunjukkan pada gambar 4.1(a).

2. *Cracking press*

Cacat yang terdapat pada permukaan keramik akibat benturan antar keramik selama perjalanannya di antara proses *press* dan *firing*. Gambar ditunjukkan pada gambar 4.1(b).

3. *Chipping input kiln*

Cacat yang terdapat pada sisi sudut keramik akibat benturan antar keramik dan goresan *guidance* keramik selama pembakaran. Gambar ditunjukkan pada gambar 4.1(d).

4. *Weavy surface*

Cacat berupa permukaan keramik yang bergelombang dan tidak rata. Gambar ditunjukkan pada gambar 4.1(c).

5. *Chipping press*

Cacat yang terjadi karena benturan antar keramik pada proses *press*. Gambar ditunjukkan pada gambar 4.1(f).

6. *Chipping output kiln*

Cacat yang terdapat pada sisi sudut keramik akibat benturan antar keramik setelah melewati pembakaran. Gambar ditunjukkan pada gambar 4.1(e).

7. *Plannar*

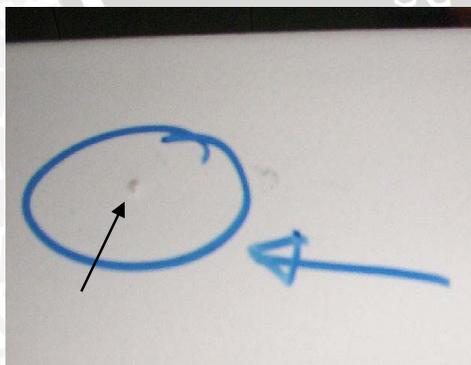
Cacat berupa permukaan keramik yang tidak presisi jika dicermati dari samping (sisi keramik tidak lurus tetapi cekung atau cembung).

8. *Not shade*

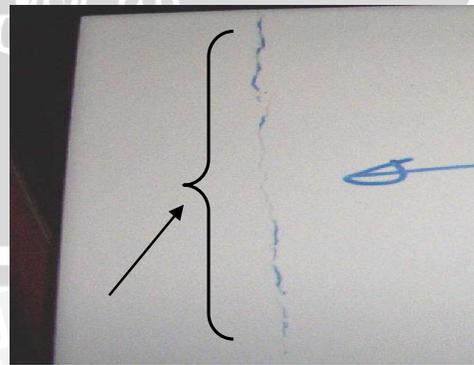
Cacat berupa penyimpangan dari keseragaman warna dalam satu jenis keramik.

9. *Fallen dirty*

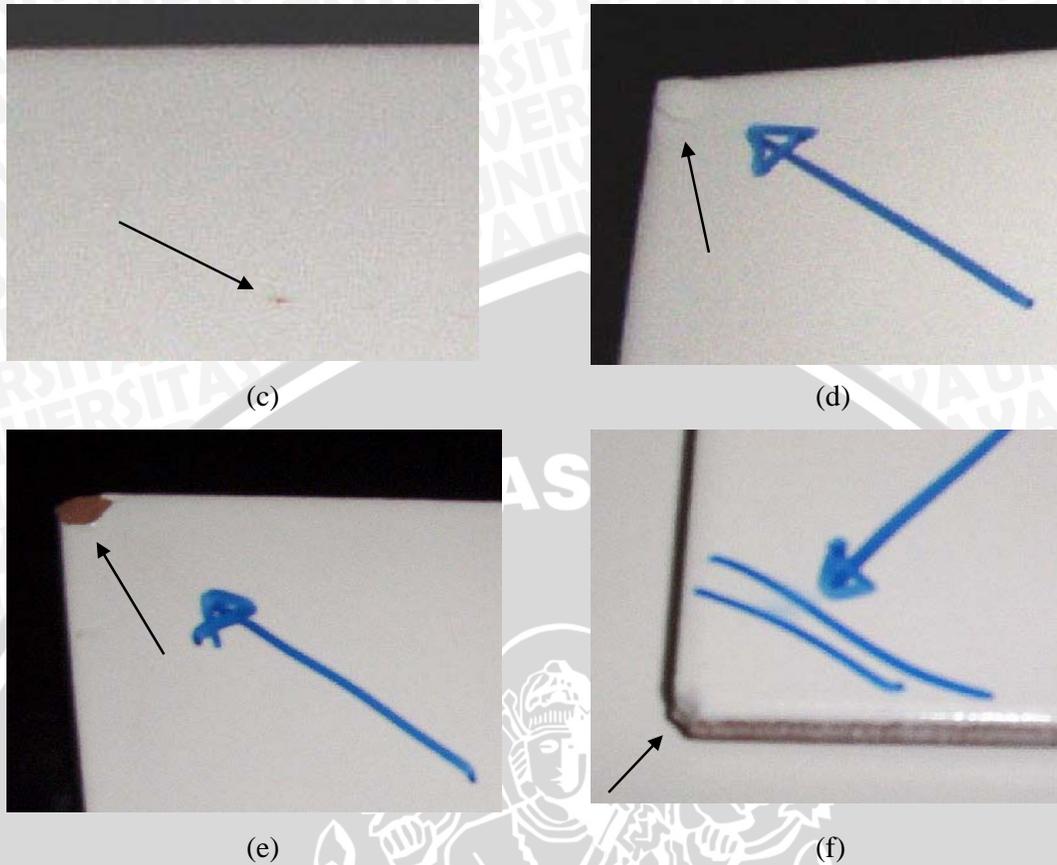
Cacat berupa kotoran yang menempel pada permukaan keramik.



(a)



(b)



Gambar 4.1 Macam cacat atribut pada proses pembuatan keramik

Sumber: PT. Muliakeramik Indahraya

#### ⌘ Data Variabel

Data variabel adalah data yang bersifat terukur. Adapun data variabel yang diambil adalah data dimensi keramik, yang meliputi diantaranya :

##### ψ Panjang sisi-sisi keramik

Banyaknya sisi keramik terdiri atas empat sisi, antara lain sisi A, sisi B, sisi C dan sisi D. Adapun batas spesifikasi dari tiap sisi keramik *ARTHIC WHITE* ukuran 30x30 adalah 297,5 – 298,7 mm.

##### ψ Ketebalan keramik

Adapun batas spesifikasi dari ketebalan keramik *ARTHIC WHITE* ukuran 30x30 adalah 7,6 – 8,0 mm.

Pengambilan sampel dilakukan secara random diambil sebanyak sebelas kali pengambilan data setiap hari kerja selama satu bulan.

Tabel 4.1. Data Cacat Akibat Keramik jenis *ARTIFIC WAZTE* ukuran 30x30

no subgroup	tanggal	jumlah yang dipentasi (n)	Karakteristik Cacat										jumlah yg ditolak (top)
			glaze droplet	cracking	chipping input	weav. surface	chipping press	inknot	fallen dirty	not shade	chipping output lain		
1	1-8p-06	22570	1539.946	576.991	1198.8986	376.2254	345.5137	146.42	0	1089	0	402.66	
2	2-8p-06	21416	1029.562	470.35	188.9988	486.2186	593.3249	381.001	0	187.1	319.019	406.9	
3	3-8p-06	22550	1159.187	666.305	546.3293	111.4026	342.8927	408.414	109.77	482.9	617.997	383.35	
4	4-8p-06	22005	1630.196	342.036	453.5789	73.3236	695.6262	445.724	0	122.6	898.041	435.2	
5	5-8p-06	21057	905.1343	508.145	574.1268	85.2748	398.8243	58.3145	28.99	140.8	0	379.03	
6	6-8p-06	23605	1770.31	682.798	1372.1806	39.0096	401.4277	64.2736	23.109	274	0	330.47	
7	7-8p-06	14800	1194.938	721.986	618.0139	139.9137	486.7016	124.646	94.643	1553	77.292	266.4	
8	8-8p-06	14649	1085.12	1102.36	90.0795	86.2272	654.4844	667.266	0	613.7	305.426	307.63	
9	9-8p-06	21835	1099.49	798.008	656.7146	0	130.268	304.116	62.4	340	430.736	349.36	
10	10-8p-06	22841	1166.216	789.889	733.7386	104.3389	235.7023	101.671	0	0	229.308	355.86	
11	11-8p-06	26551	1204.517	993.521	291.0684	130.195	411.6993	0	186.92	0	767.729	398.27	
12	12-8p-06	22648	1103.729	1143.45	445.7385	319.28	481.8928	77.6112	54.533	0	599.197	385.02	
13	13-8p-06	24959	1509.714	1150.85	801.7451	244.3068	276.5212	219.757	61.952	0	311.506	434.3	
14	14-8p-06	23927	1367.824	1269.71	1077.6048	293.5483	295.3849	116.862	123.17	77.86	54.3972	338.91	
15	15-8p-06	25127	1301.931	1195.86	945.0135	240.7536	359.8943	208.965	17.871	335.2	277.446	376.91	
16	16-8p-06	22217	1288.709	539.967	957.5379	356.9892	295.3954	116.688	0	0	115.686	333.26	
17	17-8p-06	20488	1116.845	946.81	811.2703	315.9573	95.0386	53.3242	53.283	0	0	286.83	
18	18-8p-06	24754	1416.624	953.433	231.3383	27.3808	570.8936	1539.02	50.692	62.8	860.776	396.06	
19	19-8p-06	25317	1300.391	565.49	983.7049	396.8741	0	166.736	60.845	0	176.064	354.44	
20	20-8p-06	23344	1469.79	950.978	1002.1623	197.1783	30.52	37.8288	97.992	0	0	396.85	
21	21-8p-06	22544	1620.623	501.238	928.9571	651.911	461.0685	0	130.52	0	0	383.25	
22	22-8p-06	23311	1596.044	931.345	1240.7561	821.4049	0	131.273	159.11	73.78	0	349.67	
23	23-8p-06	22512	1345.019	1080.91	1026.181	447.512	165.852	462.665	135.67	0	0	337.68	
24	24-8p-06	19654	1307.757	754.402	615.703	642.8807	678.0939	140.494	0	862.1	79.9479	334.12	
25	25-8p-06	21737	964.6468	693.056	560.6032	1143.6745	150.0044	147.427	0	806.4	715.784	369.53	
26	26-8p-06	21378	1976.671	982.375	1072.7207	886.6736	81.554	130.76	0	0	55.66	406.18	
27	27-8p-06	23559	1698.716	947.372	985.9714	483.5055	0	68.4744	0	0	308.281	376.94	
28	28-8p-06	22263	1270.115	508.321	706.9679	339.6756	174.3153	242.477	0	71.67	94.0889	289.42	
29	29-8p-06	23991	1639.848	316.66	926.1152	572.5839	77.6208	59.0361	140.83	236.6	129.046	359.87	
30	30-8p-06	21605	1049.548	379.651	662.8046	92.0343	209.0298	613.304	18.318	0	225.686	324.08	
	<b>Σ</b>	<b>6693.14</b>	<b>40359.18</b>	<b>23494.3</b>	<b>22704.645</b>	<b>10096.2778</b>	<b>9089.7766</b>	<b>7234.75</b>	<b>1630.24</b>	<b>6349.41</b>	<b>7669.314</b>	<b>10858.5</b>	

Table 4.2 Data size A keramik jenis ARTIFIC WHITE ukuran 30x30

subgroup	tanggal	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	ΣX	$\bar{X}$	R
1	1-Sep-2006	297.7	297.3	297.7	297.3	297.6	297.9	297.6	297.9	297.9	297.6	297.4	3273.8	297.6181818	0.6
2	2-Sep-2006	297.6	297.8	297.6	297.5	298.1	297	297.3	297.5	297.7	297.8	297.9	3273.8	297.6181818	1.1
3	3-Sep-2006	298.2	297.5	297.5	298.3	297.5	298	297.5	297.7	298	298	297.5	3275.7	297.9909091	0.8
4	4-Sep-2006	298.1	298.3	298.2	298.2	298	298	298.3	298.2	298.4	298.2	298.2	3280.1	298.1909091	0.4
5	5-Sep-2006	298.1	298.3	298.2	298.2	298	297.9	298	298	298.1	297.9	298.2	3278.9	298.0818182	0.4
6	6-Sep-2006	297.7	297.9	297.9	298.3	298.1	297.8	298	297.9	298.3	298.1	298.3	3278.3	298.0272727	0.6
7	7-Sep-2006	297.6	297.8	297.8	297.9	297.6	297.5	297.6	297.8	298	297.9	297.8	3275.3	297.7545455	0.5
8	8-Sep-2006	298.2	298	298	298.3	298.1	297.9	297.7	297.8	298	298	297.9	3277.9	297.9909091	0.6
9	9-Sep-2006	297.7	298.4	297.7	297.8	297.9	297.5	297.5	297.4	297.6	297.6	297.5	3274.6	297.6909091	1
10	10-Sep-2006	298	297.5	297.6	297.6	297.5	297.5	297.5	297.5	297.9	297.5	297.5	3273.6	297.6	0.5
11	11-Sep-2006	298.1	297.9	298	298.1	297.8	297.9	297.7	298.1	298.1	297.8	298	3277.5	297.9545455	0.4
12	12-Sep-2006	298.2	297.9	297.9	297.8	297.8	297.7	297.8	297.9	298.2	297.6	298.1	3276.9	297.9	0.6
13	13-Sep-2006	297.4	297.8	297.6	297.6	297.3	297.8	298.1	297.2	298	297.8	297.5	3274.1	297.6454545	0.9
14	14-Sep-2006	297.8	297.4	297.7	297.5	297.8	297.8	297.9	297.8	297.8	297.5	297.7	3274.7	297.7	0.5
15	15-Sep-2006	298.2	298	298.3	298.1	297.6	297.7	298	297.9	297.9	298.1	298.1	3277.9	297.9909091	0.7
16	16-Sep-2006	297.7	297.5	297.4	297.9	297.8	297.3	297.3	297.6	297.7	297.7	297.2	3273.1	297.5545455	0.7
17	17-Sep-2006	297.8	297.5	297.7	297.9	297.5	297.3	297.7	297.2	297.3	297.7	298.1	3273.7	297.6090909	0.9
18	18-Sep-2006	298	298.3	298.3	298.6	298.6	298.3	298.3	298	298.1	298.2	298.2	3280.9	298.2636364	0.6
19	19-Sep-2006	298.7	298.5	298.5	298.2	298.4	298.2	298.2	298.2	298.4	298.2	298.2	3281.7	298.3363636	0.5
20	20-Sep-2006	298.4	298	298.1	298.2	298	298	297.9	298.3	297.9	298.1	298	3278.9	298.0818182	0.5
21	21-Sep-2006	297.6	297.8	297.7	297.8	297.9	297.5	297.9	297.8	297.7	297.8	297.6	3275.1	297.7363636	0.4
22	22-Sep-2006	298.1	297.7	298	297.9	297.8	298.3	298.1	297.7	298	297.8	298.1	3277.5	297.9545455	0.6
23	23-Sep-2006	297.8	297.7	297.6	297.5	297.8	297.7	297.9	297.8	297.9	298	297.8	3275.5	297.7727273	0.5
24	24-Sep-2006	297.7	297.7	297.6	297.7	297.7	297.8	297.8	298	297.9	297.8	297.6	3275.3	297.7545455	0.4
25	25-Sep-2006	298	297.8	298	298.1	297.6	297.8	298	298.1	298	297.8	298.1	3277.3	297.9363636	0.5
26	26-Sep-2006	298.2	298.2	298.3	297.7	298.1	297.9	298.7	297.6	297.8	298.4	298.2	3279.1	298.1	1.1
27	27-Sep-2006	298.1	298	298	298	297.9	298	298.1	298	298.1	298	298.1	3278.3	298.0272727	0.2
28	28-Sep-2006	298	297.8	297.8	298.1	298.3	297.9	298.4	298.1	298.7	297.7	298.1	3278.9	298.0818182	1
29	29-Sep-2006	298.3	298.1	297.8	298	297.9	298.4	298	298	297.5	297.8	298.1	3277.9	297.9909091	0.9
												Σ	9.5026.3	8638.754545	18.4

Table 4.3. Data size B keramik jenis ARTHIC WHITE ukuran 30x30

subgroup	tanggal	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	EX	$\bar{X}$	R
1	1-Sep-2006	297.8	297.5	297.6	297.3	297.6	297.9	297.8	297.9	297.6	297.4	297.5	3273.9	297.62727	0.6
2	2-Sep-2006	297.5	297.5	297.5	297.5	297.5	297.5	297.5	297.7	297.5	297.9	298.1	3273.7	297.60909	0.6
3	3-Sep-2006	298.1	297.7	297.5	298.1	297.6	298.1	297.7	297.9	298.1	298.3	297.5	3276.6	297.87373	0.8
4	4-Sep-2006	298.4	298.4	298.3	298.2	298.2	298.1	298.4	298.3	298.3	298.1	298	3280.7	298.24545	0.4
5	5-Sep-2006	298.3	298.3	298.1	298.2	297.9	298.1	298	297.8	298.3	298	298.2	3279.2	298.10909	0.5
6	6-Sep-2006	298.5	298.1	297.8	298.3	298.5	298.1	297.8	298.3	298.3	298.7	298.4	3280.8	298.25455	0.9
7	7-Sep-2006	297.8	297.9	297.8	298	297.8	297.6	297.8	297.7	297.9	298	297.8	3276.1	297.82727	0.4
8	8-Sep-2006	298.3	297.6	298	298.6	298.4	297.9	298.3	297.8	298.3	297.8	298	3279	298.09091	1
9	9-Sep-2006	297	297.3	297	297.6	297.4	297.3	297.2	297.3	297.2	297.3	297.2	3269.8	297.25455	0.6
10	10-Sep-2006	298	297.7	297.5	297.9	297.7	297.7	297.5	297.6	297.9	297.6	297.7	3274.8	297.70909	0.5
11	11-Sep-2006	297.7	297.9	298	298	297.8	298	297.7	297.9	298	297.8	298	3276.8	297.89091	0.3
12	13-Sep-2006	298.2	297.9	298	298.4	298	297.9	297.8	298.1	297.8	297.8	297.9	3277.8	297.98182	0.6
13	13-Sep-2006	297.6	298	297.9	297.7	297.5	297.5	298.2	297.6	298.1	297.7	297.5	3275.3	297.75455	0.7
14	14-Sep-2006	298	297.7	297.5	297.6	297.8	297.8	297.5	297.5	297.3	297.6	297.5	3273.8	297.61818	0.7
15	15-Sep-2006	298.2	298.1	297.8	297.8	298.1	298	297.9	298.1	298	297.9	297.8	3277.7	297.97373	0.4
16	16-Sep-2006	297.8	297.8	297.7	298.2	297.4	297.8	297.8	297.7	297.8	297.6	297.5	3275.1	297.73636	0.8
17	17-Sep-2006	298	297.6	297.8	297.6	297.5	297.5	297.6	297.5	297.6	298	298.3	3275	297.72727	0.8
18	18-Sep-2006	298	298.3	298	298.6	298.6	298	298.2	298	297.8	298.1	298	3279.6	298.14545	0.8
19	19-Sep-2006	298.7	298.5	298.4	298.6	298.4	298	298.4	298	298.3	298.5	298.4	3282.2	298.38182	0.7
20	20-Sep-2006	298	297.9	298	297.9	297.8	298	297.7	298	297.8	298	297.8	3276.9	297.9	0.3
21	21-Sep-2006	297.5	297.4	297.5	297.5	297.6	297.5	297.4	297.3	297.4	297.5	297.6	3272.2	297.47373	0.3
22	22-Sep-2006	297.9	298.9	298.2	297.8	298	297.9	298.1	297.9	298.5	298.3	298.1	3279.6	298.14545	1.1
23	23-Sep-2006	297.7	297.6	297.7	297.8	297.8	297.9	297.7	298	297.8	297.7	297.8	3275.5	297.77373	0.4
24	24-Sep-2006	297.3	297.4	297.3	297.4	297.3	297.2	297.5	297.5	297.6	297.3	297.3	3271.1	297.37373	0.4
25	25-Sep-2006	298.1	297.9	297.8	297.7	298.1	298	297.9	297.6	298.2	298.1	297.7	3277.1	297.91818	0.6
26	26-Sep-2006	298.1	298.2	298.2	297.7	298.2	298.1	298.5	297.5	297.8	297.9	298.1	3278.3	298.02727	1
27	27-Sep-2006	298.3	297.9	298.3	298.1	298.1	298	298.1	298.3	298.3	298	298.4	3279.8	298.16364	0.5
28	28-Sep-2006	297.8	297.5	297.9	298.4	298	297.5	297.9	298	298	297.9	298.4	3277.3	297.93636	0.9
29	29-Sep-2006	298.3	297.8	297.6	297.5	298	298	297.7	297.5	298	298.2	298.1	3276.7	297.88182	0.8
												$\Sigma$	95022.4	8638.4	18.4

Table 4.4 : Data size C keramik jenis ARTHIC WHITE ukuran 30x30

subgroup	tanggal	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	EX	$\bar{X}$	R
1	1-Sep-2006	297.5	297.7	297.5	297.7	297.5	297.6	297.5	297.9	297.8	298	297.5	3274.2	297.63455	0.5
2	2-Sep-2006	297.7	297.7	297.7	297.6	297.3	297.7	297.6	297.3	297.9	297.7	298	3274.2	297.63455	0.7
3	3-Sep-2006	298.5	297.5	297.5	297.8	297.5	297.8	297.5	297.8	297.8	297.6	297.5	3274.8	297.70909	1
4	4-Sep-2006	298.3	298.2	298.4	298	298.1	298.1	298.2	298.4	298.3	298.1	298	3280.1	298.19091	0.4
5	5-Sep-2006	298.2	298.2	298.3	298.1	297.7	298.1	298.2	298.2	297.9	298.1	298.3	3279.3	298.11818	0.6
6	6-Sep-2006	298	298	297.4	297.9	297.7	297.9	298.3	298	297.9	297.8	298	3276.9	297.9	0.9
7	7-Sep-2006	297.7	298	297.7	298	297.8	297.8	297.9	297.7	297.7	298	298	3276.3	297.84545	0.3
8	8-Sep-2006	298	297.6	297.7	297.7	297.5	297.6	297.5	297.7	297.6	297.7	297.8	3274.4	297.67273	0.5
9	9-Sep-2006	297.6	297.4	297.3	297.6	297.8	297.4	297.3	297.5	297.5	297.5	297.6	3272.5	297.5	0.5
10	10-Sep-2006	297.6	297.4	297.4	297.4	297.4	297.5	297.4	297.4	297.5	297.5	297.4	3271.9	297.44545	0.2
11	11-Sep-2006	298	298.1	298.1	298.1	297.9	298	297.7	298.2	298.2	297.7	298.1	3278.1	298.00909	0.5
12	12-Sep-2006	297.8	297.3	297.5	297.8	297.8	297.6	297.6	297.5	298.2	298	298.3	3275.4	297.76364	1
13	13-Sep-2006	297.6	298.1	297.6	297.5	297.8	297.7	298.2	297.9	298.2	298	297.9	3276.5	297.86364	0.7
14	14-Sep-2006	297.7	297.5	297.6	297.8	297.5	297.4	297.6	297.5	297.5	297.5	297.6	3273.2	297.56364	0.4
15	15-Sep-2006	297.8	297.9	297.8	298.1	298	298.1	297.8	297.9	298.3	298.1	298.2	3278	298	0.5
16	16-Sep-2006	297.7	297.8	297.6	297.9	297.4	297.4	297.4	297.6	297.6	297.6	297.6	3273.6	297.6	0.5
17	17-Sep-2006	298.2	297.7	297.7	297.6	297.4	297.5	297.5	297.8	297.3	298	298.3	3275	297.73727	1
18	18-Sep-2006	298.1	298.6	298.2	298.4	298.5	298	297.8	298	297.8	298	298.1	3279.5	298.13636	0.8
19	19-Sep-2006	298.2	298.2	298.1	298.4	298	297.8	298	297.7	298.2	298.2	298.5	3279.3	298.11818	0.7
20	20-Sep-2006	298.1	298.1	297.8	297.9	298	297.9	297.8	298.2	298	297.7	298	3277.5	297.95455	0.5
21	21-Sep-2006	297.5	297.4	297.4	297.5	297.5	297.4	297.5	297.5	297.6	297.4	297.3	3272	297.45455	0.3
22	22-Sep-2006	297.9	297.9	298.2	298	298.3	298.1	297.8	298.5	298.3	298	297.7	3278.7	298.06364	0.8
23	23-Sep-2006	298	297.7	297.8	297.9	297.7	298	297.8	297.9	298	297.8	297.8	3276.4	297.85455	0.3
24	24-Sep-2006	298.2	297.8	297.9	298.2	297.8	298.3	298.4	298	298.1	298	298	3278.7	298.06364	0.6
25	25-Sep-2006	297.7	298.2	297.8	297.9	298	298.1	298.2	297.9	298.1	298.3	298	3278.2	298.01818	0.6
26	26-Sep-2006	297.7	297.7	297.9	297.7	297.5	297.8	297.9	297.7	297.6	297.8	298	3275.3	297.75455	0.5
27	27-Sep-2006	298	298	297.8	297.9	298	297.8	298	298	297.8	297.9	298	3277.2	297.92727	0.2
28	28-Sep-2006	297.7	298.1	298.7	298.4	298.1	298	298	298.5	298.3	297.9	298.4	3280.1	298.19091	1
29	29-Sep-2006	298	297.7	297.5	298	298.3	298.1	298	297.7	298.2	298.4	297.8	3277.7	297.97273	0.9
												$\Sigma$	95015	8637.7273	17.4

Table 4.5 : Data size D keramik jenis ART HIC WHITE ukuran 30x30

subgroup	tanggal	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	ΣX	$\bar{X}$	R
1	1-Sep-2006	298.1	297.7	297.6	297.6	297.7	298	297.5	298.1	297.8	297.5	297.8	3275.4	297.76364	0.6
2	2-Sep-2006	297.8	298	297.7	297.7	297.8	297.7	297.6	297.5	297.6	297.6	298	3275	297.72727	0.5
3	3-Sep-2006	297.8	297.5	297.5	298	297.5	297.8	297.5	297.7	297.7	297.6	297.5	3274.1	297.64545	0.5
4	4-Sep-2006	298.3	298.4	298.3	298	298.1	298.2	298.4	298.3	298.5	298	298.2	3280.7	298.24545	0.5
5	5-Sep-2006	298.3	298.4	298.2	298.3	298.2	297.9	298.2	298.1	298.3	298.1	298.1	3280.1	298.19091	0.5
6	6-Sep-2006	298.1	298.4	298.4	298.2	297.6	297.7	297.8	298	297.8	297.9	298	3277.9	297.99091	0.8
7	7-Sep-2006	297.9	297.8	298	298.1	297.9	297.6	297.8	297.8	297.9	298.1	297.8	3276.7	297.88182	0.5
8	8-Sep-2006	298.1	298	298	298.3	298.4	298.1	297.8	298	297.9	297.9	297.8	3278.3	298.02727	0.6
9	9-Sep-2006	297.8	297.2	297.5	297.9	297.2	297.2	297.3	297.6	297.8	297.1	297.6	3272.9	297.53636	0.8
10	10-Sep-2006	297.8	297.6	297.5	297.7	297.5	297.5	297.5	297.6	297.7	297.5	297.5	3273.4	297.58182	0.3
11	11-Sep-2006	297.9	298.1	298	298.2	298	298	298	298.1	298.2	298	298	3278.5	298.04545	0.3
12	12-Sep-2006	298	297.6	297.7	298.2	298	298	297.6	297.7	298.3	297.8	298.2	3277.1	297.91818	0.7
13	13-Sep-2006	297.9	298.3	297.6	297.7	298	297.9	298.4	297.9	298.1	297.7	297.7	3277.2	297.92727	0.8
14	14-Sep-2006	297.5	297.5	297.6	297.5	297.7	297.7	297.8	298	297.7	297.9	297.7	3274.6	297.69091	0.5
15	15-Sep-2006	298	298	297.6	297.6	297.8	297.9	298	297.8	297.9	298.1	298	3276.7	297.88182	0.6
16	16-Sep-2006	297.2	297.8	297.5	297.4	297.2	297.4	297.6	297.8	297.6	297.4	297.4	3272.3	297.48182	0.6
17	17-Sep-2006	298	297.8	297.7	297.8	297.6	297.5	297.7	297.5	297.6	298.6	298.2	3276	297.81818	1.1
18	18-Sep-2006	298	298	298.1	298.4	298.3	298	298	297.8	297.8	298.4	298	3278.8	298.07273	0.6
19	19-Sep-2006	298	298.6	298.5	298.5	298.6	298	298.5	297.9	298.2	298.5	298.3	3281.6	298.32727	0.7
20	20-Sep-2006	298.1	297.8	297.8	298	298.2	297.6	298	298	298	297.6	298	3277.1	297.91818	0.6
21	21-Sep-2006	297.8	297.7	297.7	297.8	297.6	297.6	297.7	297.8	297.9	297.8	297.7	3275.1	297.73636	0.3
22	22-Sep-2006	298.1	297.6	298.3	298	298	297.8	298.1	297.9	298.1	298	297.7	3277.6	297.96364	0.7
23	23-Sep-2006	297.9	297.8	297.7	297.9	298	298.1	298	297.8	297.8	298	297.9	3276.9	297.9	0.4
24	24-Sep-2006	297.5	297.8	297.7	297.7	297.6	297.8	297.9	297.9	297.9	297.7	297.6	3275.1	297.73636	0.4
25	25-Sep-2006	297.8	298.1	298	297.8	297.7	298	297.8	298.1	297.6	297.7	297.8	3276.4	297.85455	0.5
26	26-Sep-2006	298.1	298.1	298.3	297.9	298.1	298	298.3	297.9	297.6	298.1	298.1	3278.5	298.04545	0.7
27	27-Sep-2006	298.1	298.4	298.1	298.6	298	298.5	298.4	298.4	298.2	298.5	298.4	3281.6	298.32727	0.6
28	28-Sep-2006	297.6	297.8	298.2	298.1	298	297.9	297.9	298.2	298	298	298.1	3277.8	297.98182	0.6
29	29-Sep-2006	298.1	297.9	297.8	297.7	298	298.3	298.1	297.8	297.7	298.1	298	3277.5	297.95455	0.6
												Σ	95030.9	8639.1727	16.9

Table 4.6 : Data thickness keramik jenis ARFHC WHITE ukuran 30x30

subgroup	tanggal	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	ΣX	$\bar{X}$	R
1	1-Sep-2006	7.9	8	7.8	7.8	7.9	8	8	7.8	8	7.9	7.8	86.9	7.9	0.2
2	2-Sep-2006	7.9	8	7.9	7.9	7.9	8	8	7.9	8	7.9	8	87.4	7.94545	0.1
3	3-Sep-2006	7.6	7.6	7.7	7.5	7.6	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6	7.7	83.8	7.61818	0.2
4	4-Sep-2006	8	8	7.9	8	8	8	8	8	8	7.9	8	87.8	7.98182	0.1
5	5-Sep-2006	8	8	8	8	8	7.9	8	8	7.9	8	8	87.8	7.98182	0.1
6	6-Sep-2006	8	7.7	7.9	7.8	7.9	8	8	8	8	7.8	7.9	87	7.90909	0.3
7	7-Sep-2006	7.9	7.9	7.9	8	7.9	8	7.9	8	7.9	7.9	8	87.3	7.93636	0.1
8	8-Sep-2006	8	8	8.3	8	8	8	8	8	8	8	8	88.3	8.02727	0.3
9	9-Sep-2006	7.7	7.6	7.7	7.8	7.6	7.7	7.8	7.8	7.8	7.6	7.6	84.7	7.7	0.2
10	10-Sep-2006	7.6	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.7	7.7	84.3	7.66364	0.1
11	11-Sep-2006	7.9	8	8	7.9	8	8	8	8	7.9	8	8	87.7	7.97273	0.1
12	12-Sep-2006	7.9	7.9	8	8	8	7.9	8	8	7.9	8	7.9	87.5	7.95455	0.1
13	13-Sep-2006	8	8	7.9	7.9	8	8	8	7.9	7.9	7.9	8	87.5	7.95455	0.1
14	14-Sep-2006	8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.9	8	7.7	7.8	86.1	7.82727	0.3
15	15-Sep-2006	8	7.9	8	7.9	8	7.8	7.9	8	8	7.9	8	87.4	7.94545	0.1
16	16-Sep-2006	7.9	8	8	8	8	8	8	8	7.9	8	7.9	87.7	7.97273	0.1
17	17-Sep-2006	8	7.7	7.8	7.8	7.7	8	8	7.8	7.8	7.8	7.8	86.2	7.83636	0.3
18	18-Sep-2006	7.9	7.9	8	8	8	7.9	7.9	8	8	8	8	87.6	7.96364	0.1
19	19-Sep-2006	7.9	8	7.8	7.9	7.9	8	7.9	8	8	8	7.9	87.3	7.93636	0.2
20	20-Sep-2006	7.9	8	7.8	8	8	7.8	7.9	7.9	8	8	8	87.3	7.93636	0.2
21	21-Sep-2006	7.9	7.9	8	8	7.9	7.9	8	8	8	8	7.9	87.5	7.95455	0.1
22	22-Sep-2006	8	7.9	7.9	8	7.9	8	8	7.8	7.9	7.9	8	87.3	7.93636	0.2
23	23-Sep-2006	8	7.9	7.9	8	8	7.8	7	8	8	7.9	7.9	86.4	7.85455	1
24	24-Sep-2006	7.6	7.6	7.8	7.7	7.8	7.7	7.8	7.7	7.8	7.8	7.7	85	7.72727	0.2
25	25-Sep-2006	8	8	7.8	7.9	8	8	7.8	7.9	8	8	8	87.4	7.94545	0.2
26	26-Sep-2006	7.7	7.7	7.7	7.8	7.7	7.8	8	8	7.7	7.7	7.7	85.5	7.77273	0.3
27	27-Sep-2006	7.9	7.9	7.8	7.7	7.9	7.6	7.9	7.8	7.8	7.7	7.7	85.7	7.79091	0.3
28	28-Sep-2006	7.8	8	8	7.8	8	7.9	8	7.6	7.8	8	7.9	86.8	7.89091	0.4
29	29-Sep-2006	8	7.9	7.9	7.9	8	7.8	7.7	8	7.9	7.9	8	87	7.90909	0.3
												Σ	2516.2	228.745	6.3

## 4.2 Pengolahan Data

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pengolahan data yang meliputi tes kecukupan data, penentuan prosentase kecacatan menggunakan diagram pareto, diagram sebab akibat, pengolahan data dengan memakai peta kontrol p, X dan R, analisis kapabilitas proses dan sampling penerimaan dengan menggunakan prosedur *Military Standard 414*.

### 4.2.1 Tes Kecukupan Data

Tes kecukupan data ini dimaksudkan agar jumlah observasi yang dilakukan dapat mencakup ketelitian dan kepercayaan yang dikehendaki serta untuk mengetahui besarnya jumlah data yang diambil apakah telah mencukupi atau belum untuk keperluan pengolahan data. Dalam perhitungan ini diasumsikan tingkat kepercayaan adalah 95% dan tingkat ketelitian 5% ( $\varepsilon = 0,05$ ).

Berikut tes kecukupan data untuk data pengamatan

1. Tes kecukupan data untuk data cacat atribut dengan memakai persamaan 2-1:

$$N' = \left[ \frac{Z_{\alpha/2}}{\varepsilon} \right]^2 \times \frac{1 - \bar{p}}{\bar{p}}$$

Dari tabel 4.1 didapatkan data rata-rata cacat dari pengamatan yaitu menggunakan persamaan 2-2:

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

$$\bar{p} = \frac{10858,5}{669314}$$

$$\bar{p} = 0,0162$$

$$N = 669314 \text{ pieces}$$

Maka nilai  $N'$  adalah:

$$N' = \left[ \frac{1,96}{0,05} \right]^2 \times \frac{1 - 0,0162}{0,0162}$$

$$N' = 93317,681$$

Nilai  $Z_{\alpha/2}$  didapatkan dari tabel 2.1

Karena  $N' < N$  maka data telah mencukupi sehingga tidak perlu penambahan data.

2. Tes kecukupan data untuk data cacat variabel

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

Tabel 4.7 Tes kecukupan data variabel keramik *ARTHIC WHITE* ukuran 30x30

No.	Data	N	N'	Keputusan
1	<i>Size A</i>	319	131	Cukup
2	<i>Size B</i>	319	171	Cukup
3	<i>Size C</i>	319	132	Cukup
4	<i>Size D</i>	319	124	Cukup
5	<i>Thickness</i>	319	29	Cukup

Berikut ini akan dijelaskan prosedur perhitungan kecukupan data untuk data *size*

A keramik *ARTHIC WHITE* ukuran 30x30.

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

$$\begin{aligned} N &= n \times k \\ &= 11 \times 29 \\ &= 319 \text{ pieces} \end{aligned}$$

Keterangan:

k = jumlah subgrup

n = jumlah sampel dalam 1 subgrup

Dengan menggunakan persamaan 2-3 diperoleh

$$N' = \left[ \frac{S \cdot Z_{\alpha/2}}{\varepsilon} \right]^2 \text{ dimana } S = 0,29$$

$$N' = \left[ \frac{0,29 \cdot 1,96}{0,05} \right]^2$$

$$N' = 131,3137816 \approx 131$$

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa data *size A* keramik *ARTHIC WHITE* telah mencukupi karena harga  $N' < N$ .

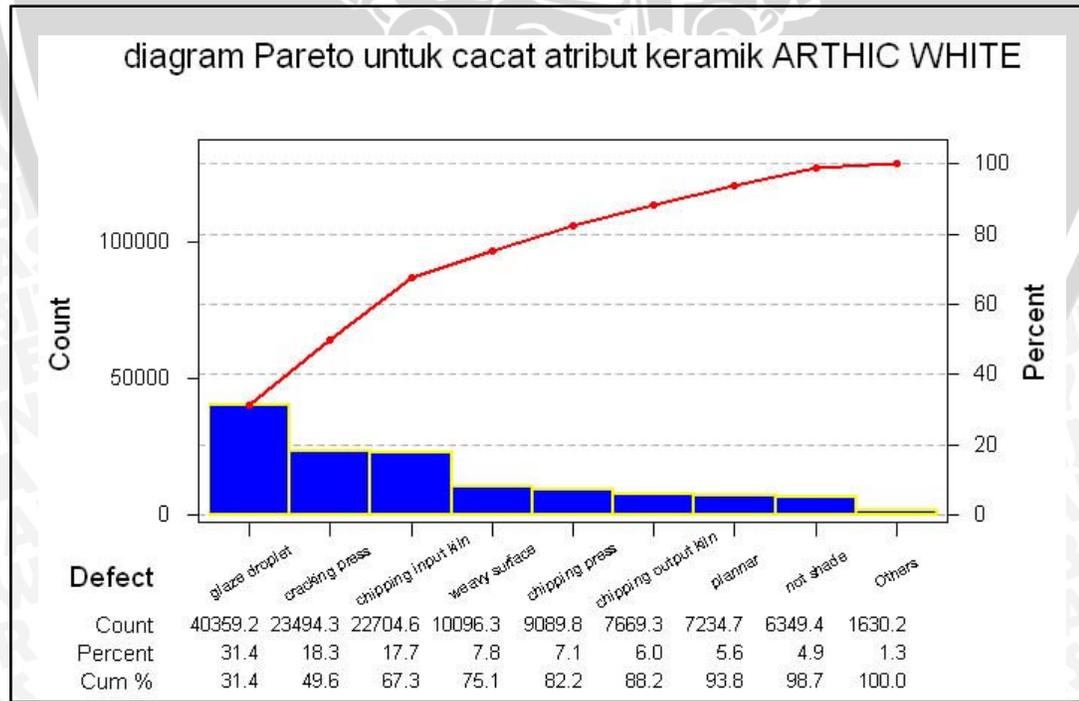
#### 4.2.2 Diagram Pareto

Dari diagram pareto dapat diidentifikasi karakteristik cacat yang paling dominan yang terjadi dalam proses produksi keramik tipe ini. Dari data pada tabel 4.1 dapat disusun tabel prosentase kecacatan sebagai berikut:

Tabel 4.8 Prosentase kecacatan keramik jenis *ARTHIC WHITE*

Karakteristik Cacat	Jumlah Cacat (m <sup>2</sup> )	Total Komulatif (m <sup>2</sup> )	Total % Cacat	% Komulatif
1. <i>Glaze Droplet</i>	40359,1811	40359,1811	31,38%	31,38%
2. <i>Cracking Press</i>	23494,2503	63853,4314	18,27%	49,64%
3. <i>Chipping Input Kiln</i>	22704,6448	86558,0762	17,65%	67,29%
4. <i>Weavy Surface</i>	10096,2778	96654,354	7,85%	75,14%
5. <i>Chipping Press</i>	9089,7766	105744,1306	7,07%	82,21%
6. <i>Chipping Output Kiln</i>	7669,314	113413,4446	5,96%	88,17%
7. <i>Plannar</i>	7234,7488	120648,1934	5,62%	93,80%
8. <i>Not Shade</i>	6349,41	126997,6034	4,94%	98,73%
9. <i>Fallen Dirty</i>	1630,238	128627,8414	1,27%	100%

Diagram pareto untuk cacat tabel di atas diselesaikan dengan bantuan software *Minitab 2001*.



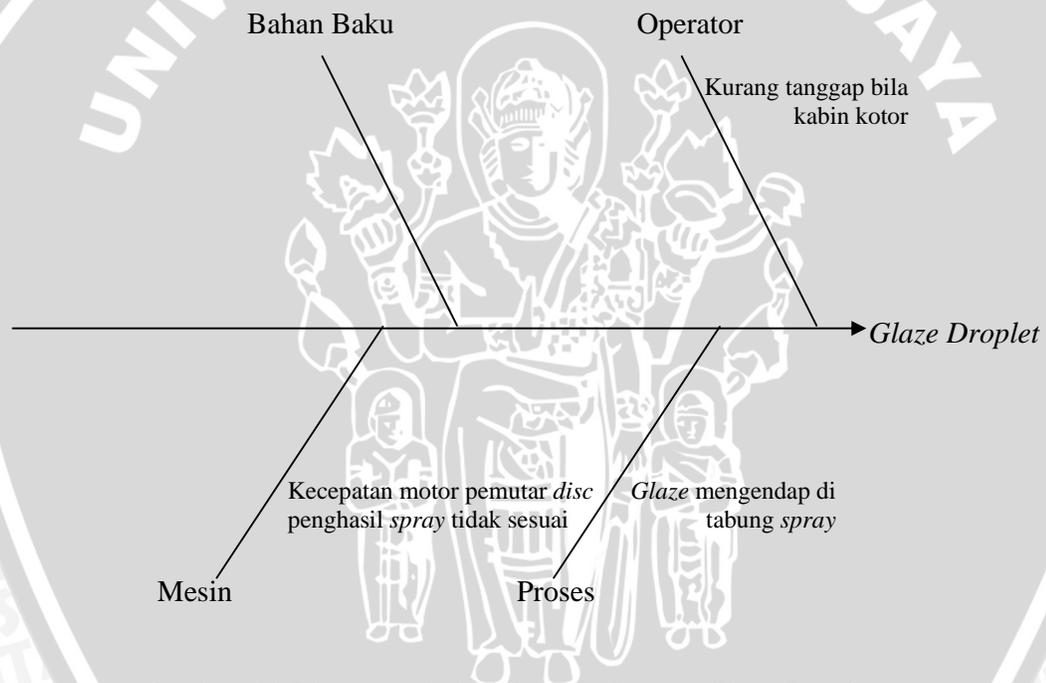
Gambar 4.2 Diagram Pareto untuk cacat atribut keramik *ARTHIC WHITE*

#### 4.2.3 Analisa Diagram Sebab Akibat

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari diagram pareto dapat dianalisa lebih lanjut penyebab terjadinya cacat yang mempengaruhi kualitas dari keramik ARTHIC WHITE.

Melalui diagram sebab akibat akan dapat diketahui sumber kesalahan sehingga menyebabkan kecacatan produk. Untuk itu dibutuhkan informasi dari perusahaan mengenai hal tersebut. Berdasarkan informasi yang telah diperoleh, maka dapat dibuat diagram sebab akibat dan selanjutnya dapat diambil suatu tindakan pencegahan dan perbaikan.

#### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Glaze Droplet*



Gambar 4.3 Diagram sebab akibat untuk cacat *Glaze Droplet*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Cracking Press*



Gambar 4.4 Diagram sebab akibat untuk cacat *Cracking Press*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Chipping Input Kiln*



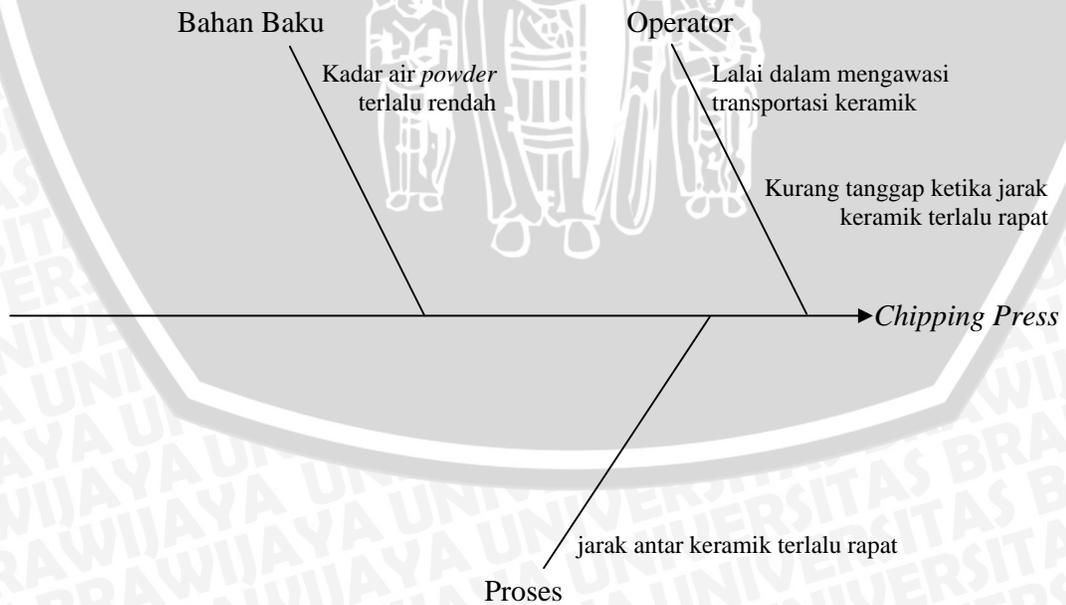
Gambar 4.5 Diagram sebab akibat untuk cacat *Chipping Input Kiln*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Weavy Surface*



Gambar 4.6 Diagram sebab akibat untuk cacat *Weavy Surface*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Chipping Press*



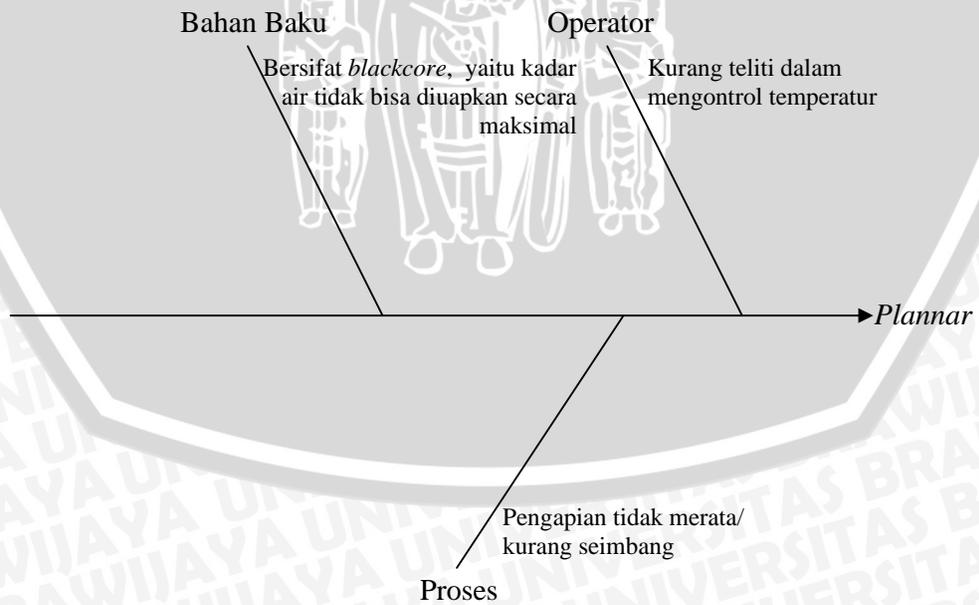
Gambar 4.7 Diagram sebab akibat untuk cacat *Chipping Press*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Chipping Output Kiln*



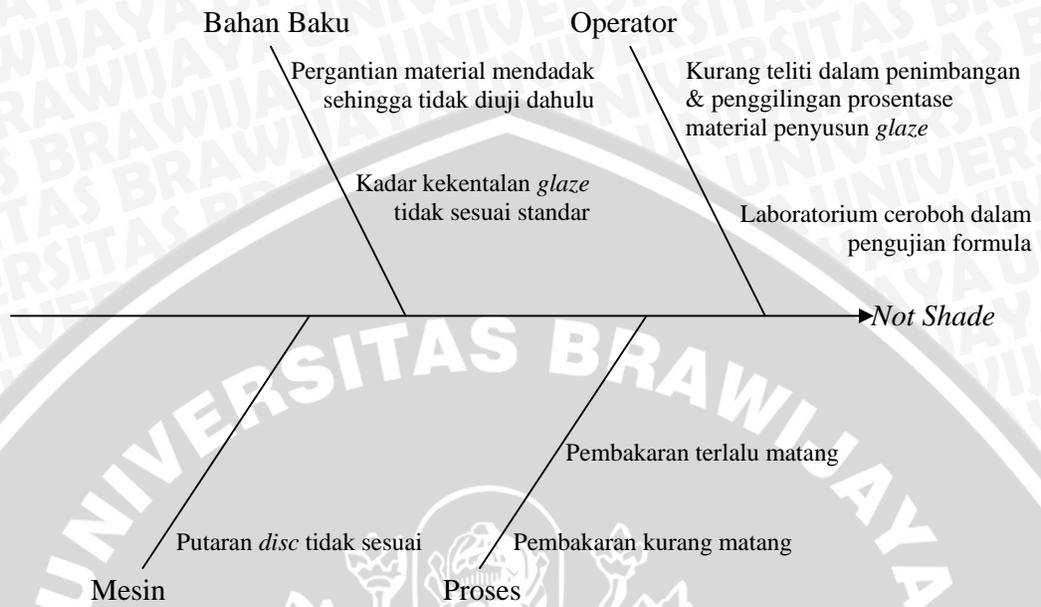
Gambar 4.8 Diagram sebab akibat untuk cacat *Chipping Output Kiln*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Plannar*



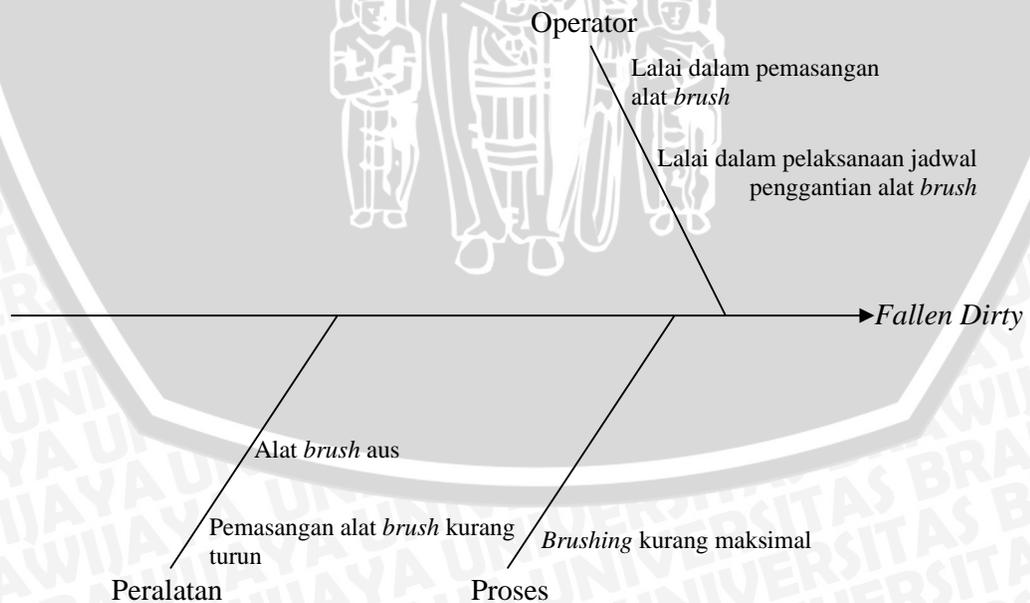
Gambar 4.9 Diagram sebab akibat untuk cacat *Plannar*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Not Shade*



Gambar 4.10 Diagram sebab akibat untuk cacat *Not Shade*

### Diagram Sebab & Akibat Untuk Cacat *Fallen Dirty*



Gambar 4.11 Diagram sebab akibat untuk cacat *Fallen Dirty*

#### 4.2.4 Peta Kontrol p

Peta kontrol yang digunakan dalam pembahasan ini adalah peta kontrol p dikarenakan keadaan dimana pemeriksaan yang dilakukan bervariasi dari hari ke hari. Karena batas kontrol adalah fungsi dari ukuran subgrup (n), maka batas kontrol akan bervariasi sesuai dengan ukuran subgrup. Sehingga perlu dihitung untuk tiap subgrup. Berikut contoh perhitungan untuk subgrup pada tanggal 1 September 2006 dengan data pada tabel 4.1.

1. Penentuan *Center Line*

$$\sum_{i=1}^{30} np_i = 10858,5$$

$$\sum_{i=1}^{30} n_i = 669314$$

Dengan menggunakan persamaan 2-4a diperoleh

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{30} np_i}{\sum_{i=1}^{30} n_i}$$

$$\bar{p} = \frac{10858,5}{669314}$$

$$CL = \bar{p} = 0,0162$$

2. Menentukan batas kontrol atas dengan menggunakan persamaan 2-4b

$$UCL_i = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

$$UCL_i = 0,0162 + 3\sqrt{\frac{0,0162(1-0,0162)}{22370}}$$

$$UCL_i = 0,0188$$

3. Menentukan batas kontrol bawah dengan menggunakan persamaan 2-4c

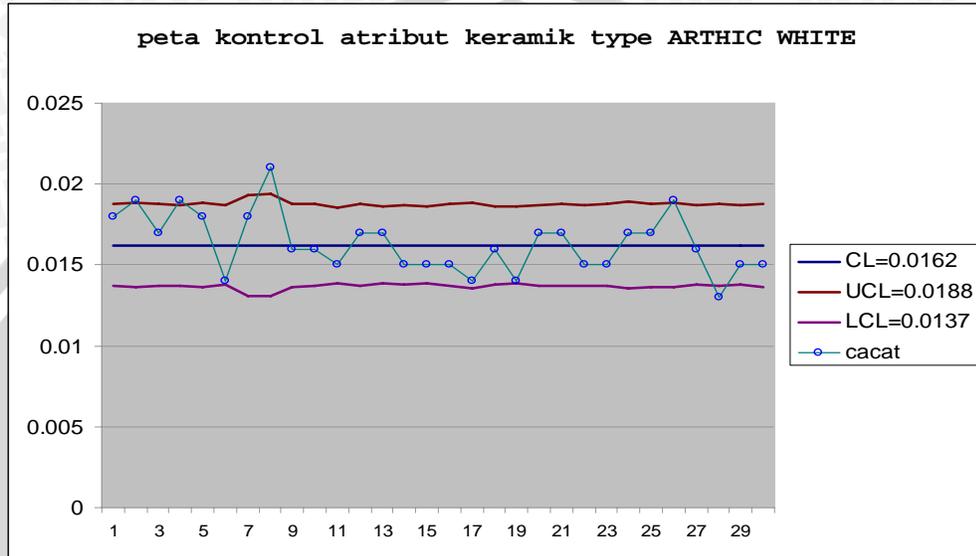
$$LCL_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

$$LCL_i = 0,0162 - 3\sqrt{\frac{0,0162(1-0,0162)}{22370}}$$

$$LCL_i = 0,0137$$

Perhitungan seperti di atas diulang sebanyak 29 untuk subgrup yang tersisa. Grafik hasil perhitungan di atas diselesaikan dengan memakai program komputer *Microsoft Office Excel 2003*.

Berikut hasil pemetaan peta kontrol p dari data cacat atribut keramik *ARTHIC WHITE* selama bulan September 2006.



Gambar 4.12 Peta kontrol p untuk cacat atribut keramik *ARTHIC WHITE*

Dari gambar tersebut di atas tampak lima data yang keluar dari batas kontrol (*out of control*), yaitu pada observasi hari ke-2, ke-4, ke-8, ke-26 dan ke-28. Setelah diketahui penyebabnya, ternyata kondisi ini karena penyebab khusus, yaitu dikarenakan lampu mati dan kondisi gas yang *drop*, untuk itu perlu dilakukan revisi. Revisinya untuk data pertama adalah sebagai berikut:

1. Penentuan *Center Line*

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{30} np_i - np_2 - np_4 - np_8 - np_{26} - np_{28}}{\sum_{i=1}^{30} n_i - n_2 - n_4 - n_8 - n_{26} - n_{28}}$$

$$\bar{p} = \frac{10858,5 - 406,9 - 435,2 - 307,63 - 406,18 - 289,42}{669314 - 21416 - 22905 - 14649 - 21378 - 22263}$$

$$\bar{p} = \frac{9013,1}{566703}$$

$$\bar{p} = 0,0159$$

- Menentukan batas kontrol atas dengan menggunakan persamaan 2-4b

$$UCL_i = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

$$UCL_i = 0,0159 + 3\sqrt{\frac{0,0159(1-0,0159)}{22370}}$$

$$UCL_i = 0,0185$$

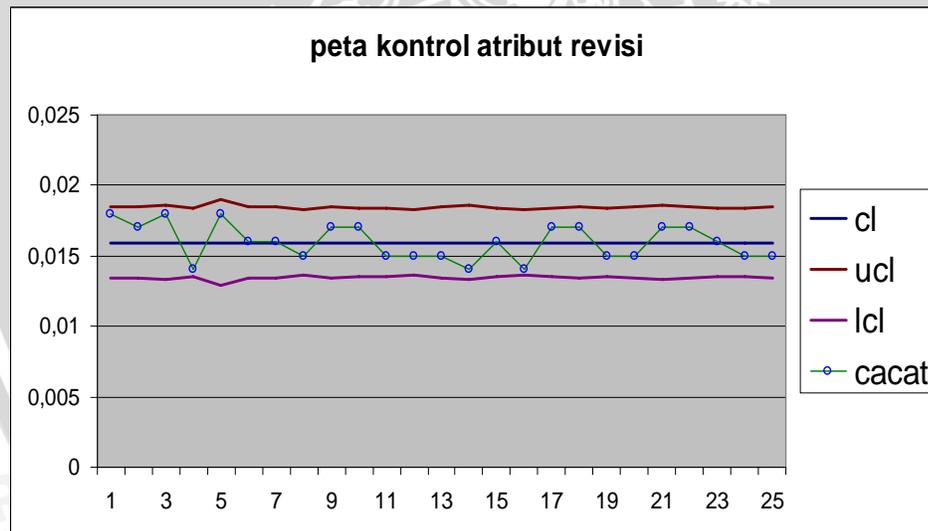
- Menentukan batas kontrol bawah dengan menggunakan persamaan 2-4c

$$LCL_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

$$LCL_i = 0,0159 - 3\sqrt{\frac{0,0159(1-0,0159)}{22370}}$$

$$LCL_i = 0,0135$$

Perhitungan seperti di atas dilakukan juga untuk data lainnya, kecuali kelima data yang *out of control*. Sehingga jika dipetakan dengan peta kontrol p maka hasil pemetaannya sebagai berikut.

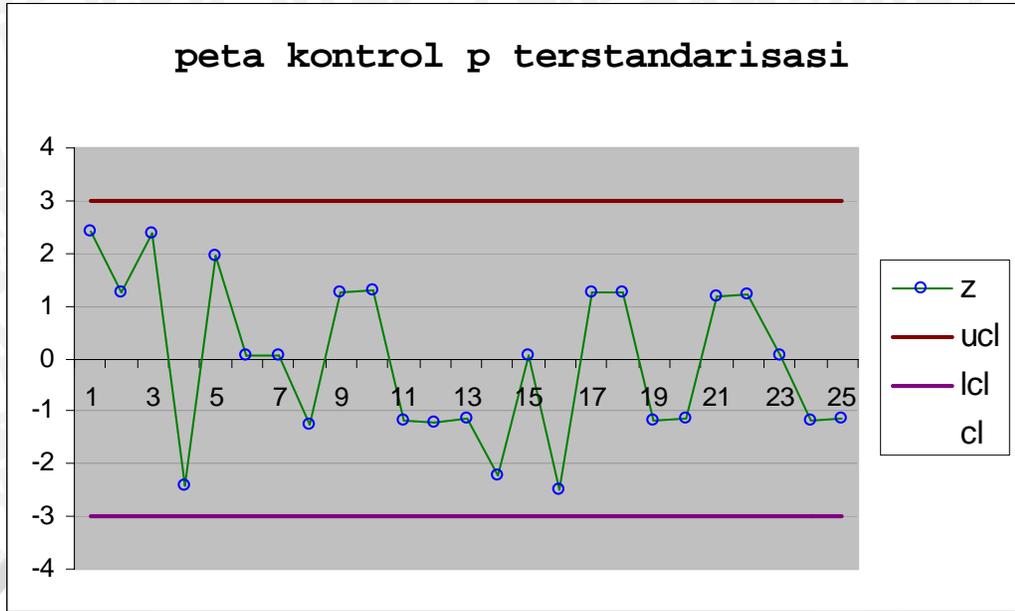


Gambar 4.13 Peta kontrol p revisi untuk cacat atribut keramik ARTHIC WHITE

Untuk memudahkan dalam mengontrol proses berkenaan dengan analisa ketidaknormalan proses maka dibuat peta kontrol p terstandarisasi. Peta kontrol ini memiliki batas atas dan batas bawah sebesar +3 dan -3 dan titik tengah 0. Berikut metode pengerjaannya ditabelkan di bawah ini.

Tabel 4.9 Perhitungan untuk peta kontrol p terstandarisasi

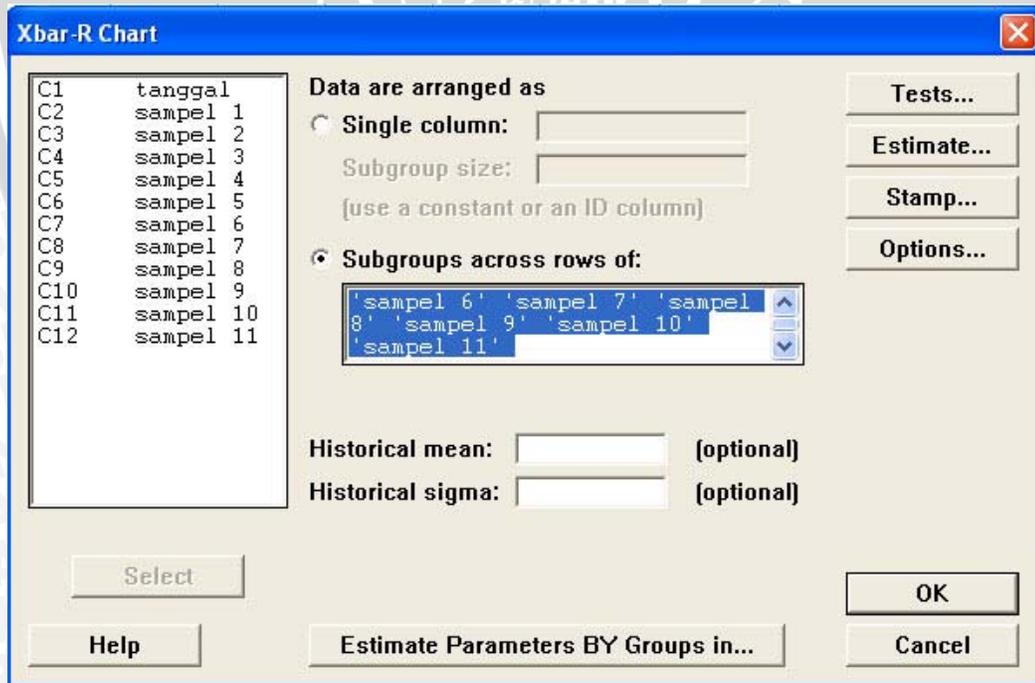
nomor sampel	ukuran sample, $n_i$	jumlah produk cacat, $x_{Pi}$	fraksi kecacatan sampel, $p_i = x_{Pi} / n_i$	standar deviasi, $\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$	$z = \frac{p_i - \bar{p}}{\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}}$
1	22370	402.66	0.018	0.001	2.435
2	22550	383.35	0.017	0.001	1.246
3	21057	379.03	0.018	0.001	2.362
4	23605	330.47	0.014	0.001	-2.403
5	14800	266.4	0.018	0.001	1.964
6	21835	349.36	0.016	0.001	0.047
7	22241	355.86	0.016	0.001	0.048
8	26551	398.27	0.015	0.001	-1.248
9	22648	385.02	0.017	0.001	1.249
10	24959	424.3	0.017	0.001	1.311
11	23927	358.91	0.015	0.001	-1.185
12	25127	376.91	0.015	0.001	-1.214
13	22217	333.26	0.015	0.001	-1.142
14	20488	286.83	0.014	0.001	-2.239
15	24754	396.06	0.016	0.001	0.050
16	25317	354.44	0.014	0.001	-2.488
17	23344	396.85	0.017	0.001	1.268
18	22544	383.25	0.017	0.001	1.246
19	23311	349.67	0.015	0.001	-1.169
20	22512	337.68	0.015	0.001	-1.149
21	19654	334.12	0.017	0.001	1.163
22	21737	369.53	0.017	0.001	1.223
23	23559	376.94	0.016	0.001	0.049
24	23991	359.87	0.015	0.001	-1.186
25	21605	324.08	0.015	0.001	-1.126



Gambar 4.14 Peta kontrol p terstandarisasi

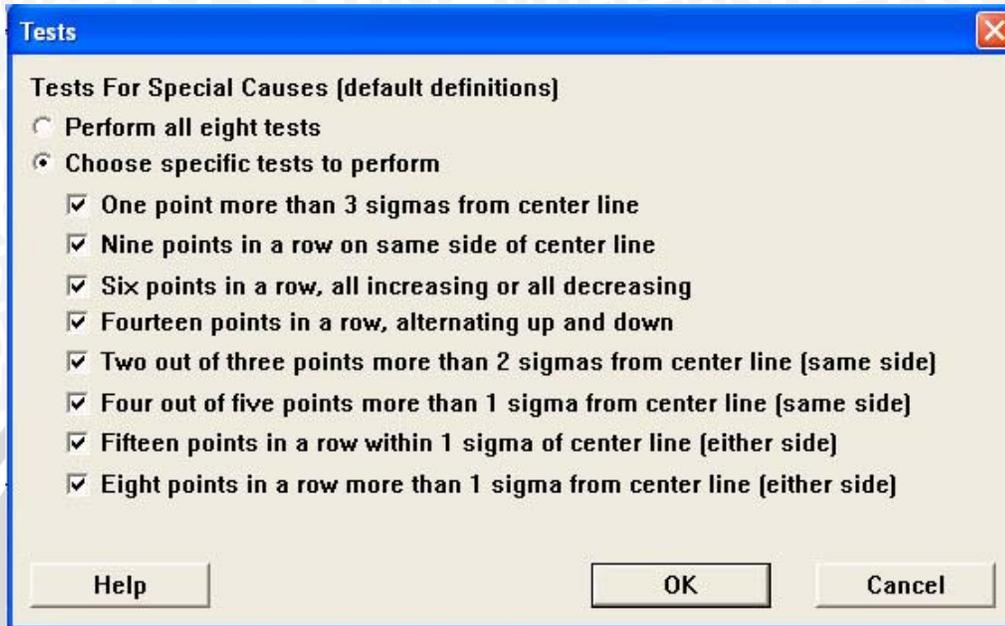
#### 4.2.5 Peta Kontrol X dan R

Dari data variabel pada tabel 4.2 sampai 4.6 dapat disusun peta kontrol X dan R. Dengan menggunakan bantuan software *Minitab v13* data pada tiap tabel diinputkan ke dalam *software* seperti di bawah ini.



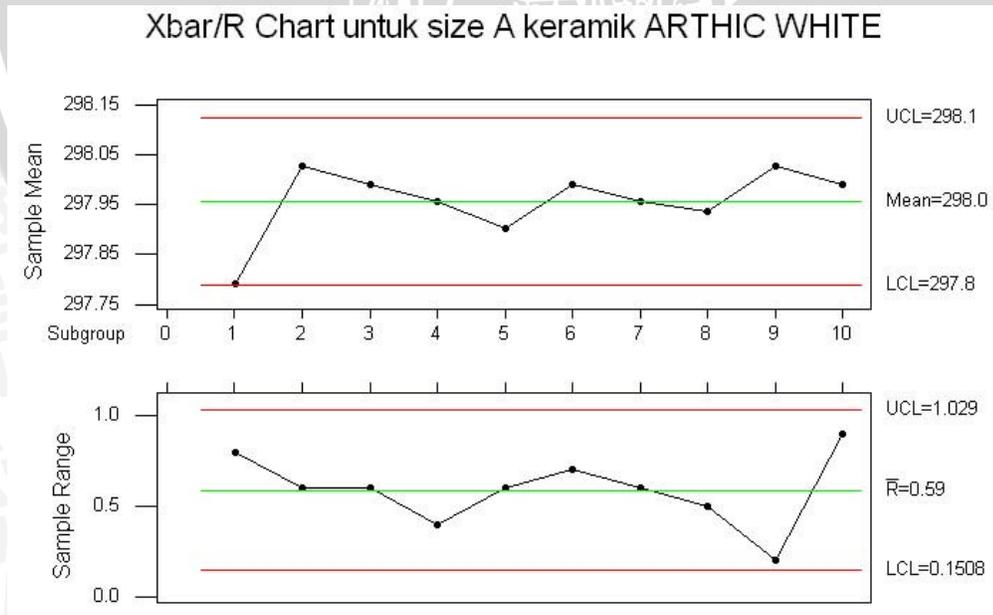
Gambar 4.15 Input data variabel ke dalam *Minitab*

Untuk menguji apakah pada saat pengambilan data proses bebas dari ketidaknormalan maka dilakukan tes dengan menguji semua kemungkinan ketidaknormalan proses ke dalam *Minitab* seperti berikut:



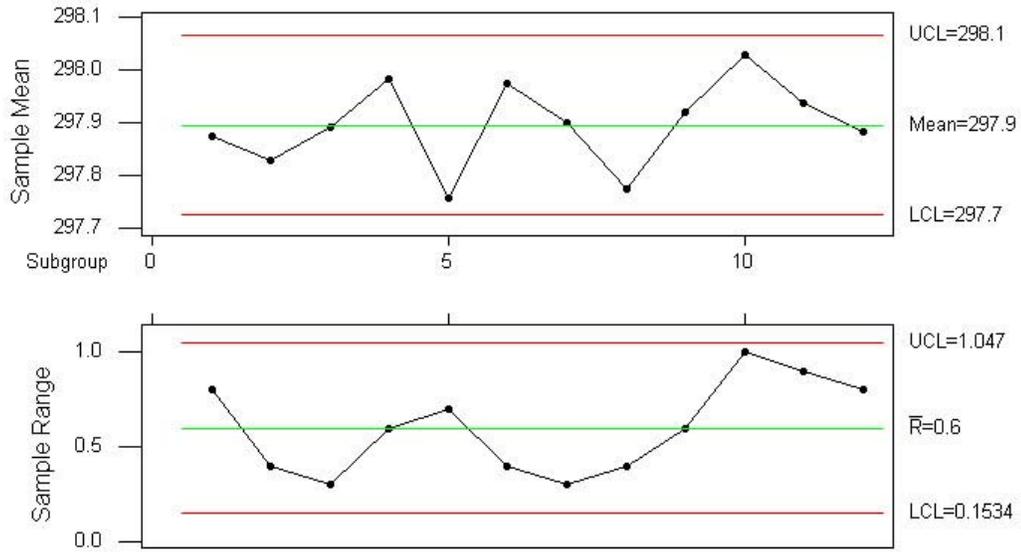
Gambar 4.16 Uji ketidaknormalan proses untuk data variabel dalam *Minitab*

Peta kontrol di bawah ini merupakan hasil keluaran *software Minitab v13*.



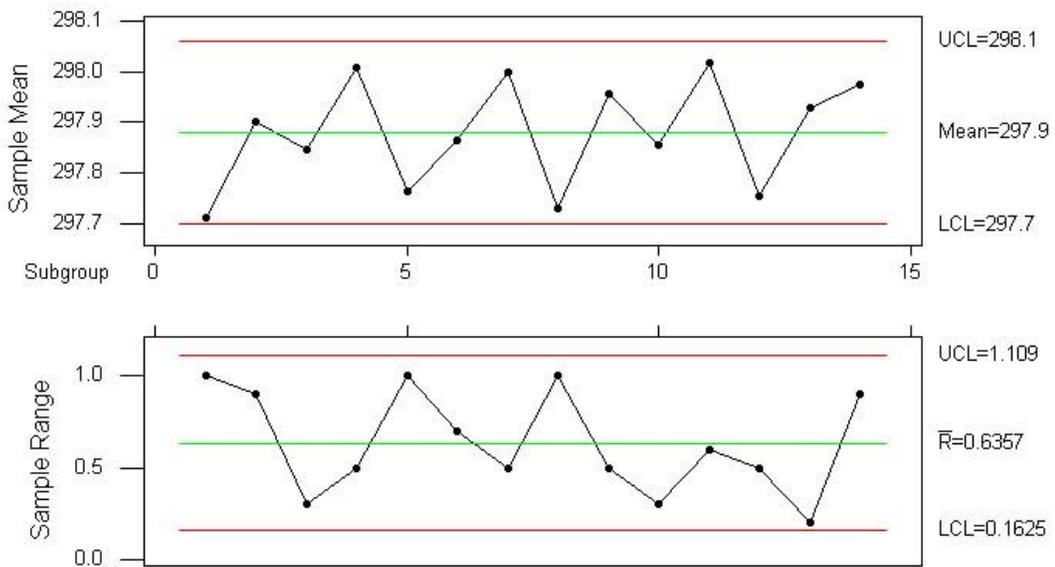
Gambar 4.17 Peta kontrol X dan R untuk *size A keramik ARTHIC WHITE*

Xbar/R Chart untuk size B keramik ARTHIC WHITE



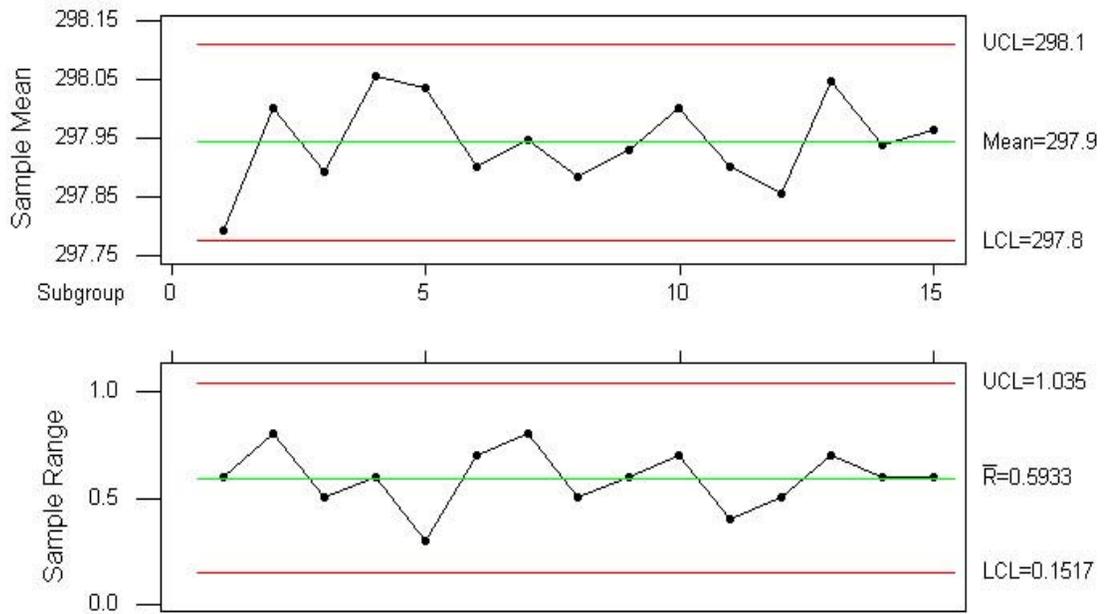
Gambar 4.18 Peta kontrol X dan R untuk size B keramik ARTHIC WHITE

Xbar/R Chart untuk size C keramik ARTHIC WHITE



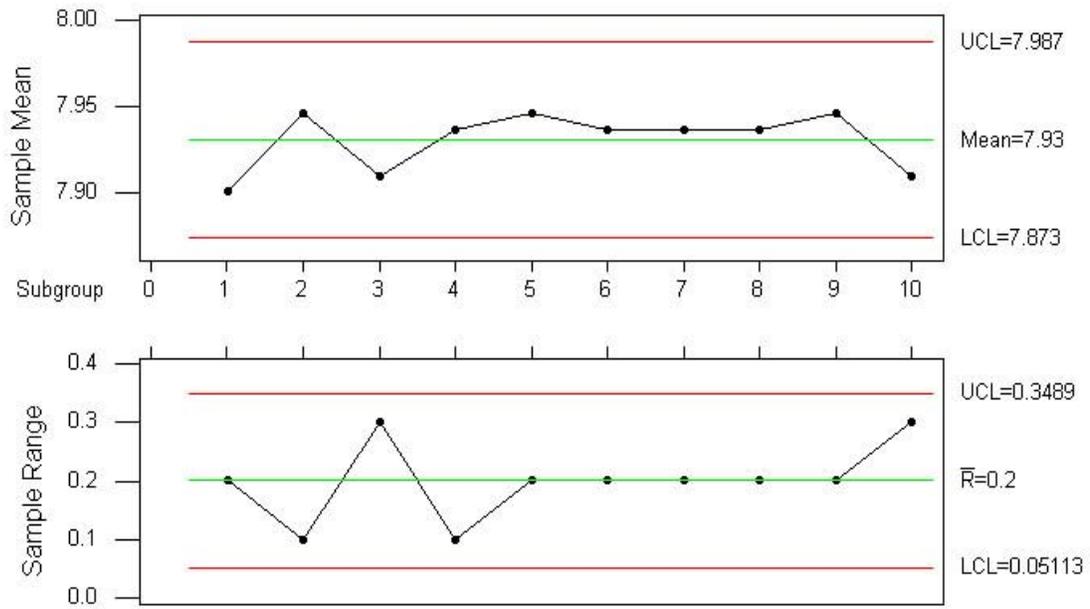
Gambar 4.19 Peta kontrol X dan R untuk size C keramik ARTHIC WHITE

### Xbar/R Chart untuk size D keramik ARTHIC WHITE



Gambar 4.20 Peta kontrol X dan R untuk *size D* keramik ARTHIC WHITE

### Xbar/R Chart untuk thickness keramik ARTHIC WHITE



Gambar 4.21 Peta kontrol X dan R untuk *thickness* keramik ARTHIC WHITE

Berikut akan dijelaskan prosedur penentuan harga UCL dan LCL pada peta kontrol X dan R untuk data variabel *size A*.

Dari data pada tabel 4.2 didapatkan data sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{29} \bar{X}_i = 8638,7545$$

$$\sum_{i=1}^{29} R_i = 18,4$$

Dari persamaan 2-8 diperoleh

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{29} \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^{29} \text{subgrup}}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{8638,7545}{29}$$

$$\bar{\bar{X}} = 297,888$$

Nilai rata-rata *range* diperoleh dengan menggunakan persamaan 2-11a

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{29} R_i}{\sum_{i=1}^{29} \text{subgrup}}$$

$$\bar{R} = \frac{18,4}{29}$$

$$\bar{R} = 0,634$$

Perhitungan batas kontrol untuk peta kontrol X dan R *size A* keramik ARTHIC WHITE adalah sebagai berikut

$$\psi \text{ Garis tengah, } (CL_x) = \bar{\bar{X}} = 297,888 \text{ (persamaan 2-9a)}$$

$$\begin{aligned} \psi \text{ Batas kontrol atas, } UCL_x &= \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} \text{ (persamaan 2-9b)} \\ &= 297,888 + 0,285 \cdot 0,634 \\ &= 298,069 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi \text{ Batas kontrol bawah, } LCL_x &= \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} \text{ (persamaan 2-9c)} \\ &= 297,888 - 0,285 \cdot 0,634 \\ &= 297,707 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi \text{ Batas kontrol atas, } UCL_R &= D_4 \cdot \bar{R} \text{ (persamaan 2-11b)} \\ &= 1,744 \cdot 0,634 \\ &= 1,106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi \text{ Batas kontrol bawah, } LCL_R &= D_3 \cdot \bar{R} \text{ (persamaan 2-11c)} \\ &= 0,256 \cdot 0,634 \\ &= 0,162 \end{aligned}$$

Nilai  $A_2$ ,  $D_4$  dan  $D_3$  diperoleh dari tabel B

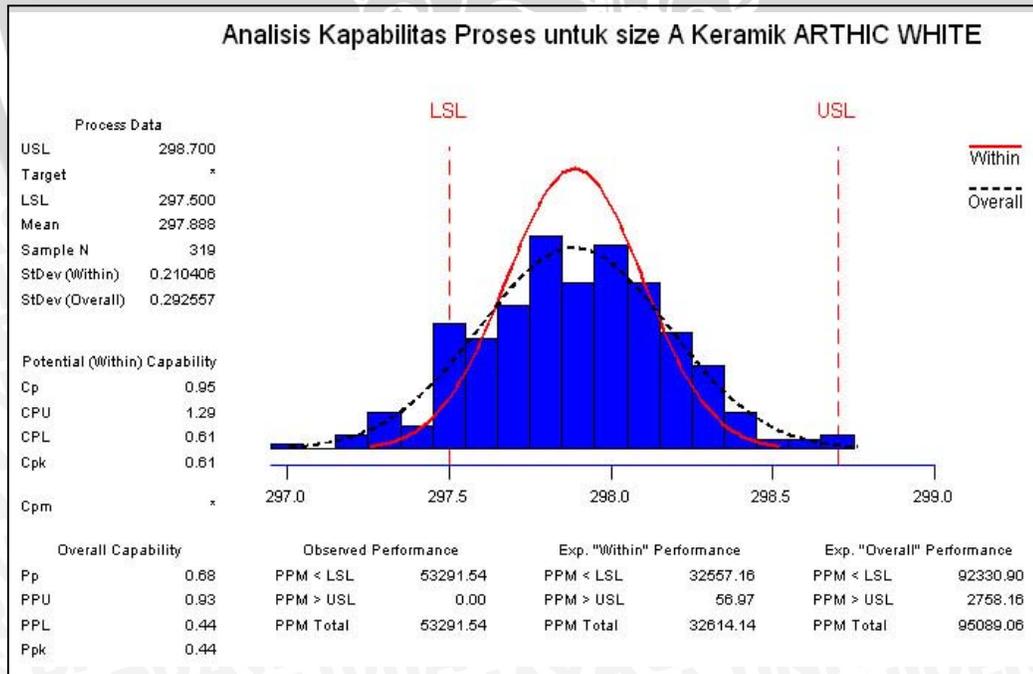
### 4.3 Analisis Kapabilitas Proses

#### 4.3.1 Analisa Kapabilitas Proses Untuk Data Atribut

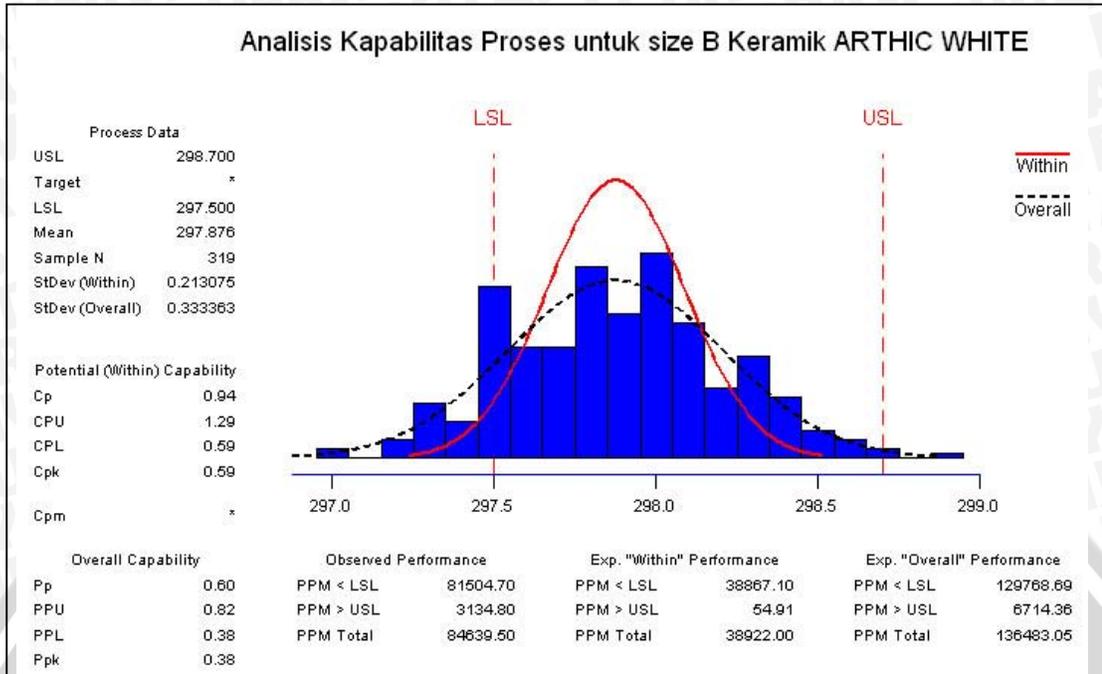
Kapabilitas proses untuk data atribut adalah sama dengan nilai tengah peta kontrol p yaitu sebesar 0,0159 atau sekitar 1,59%. Nilai kapabilitas tersebut berarti proses menghasilkan produk sesuai spesifikasi sebesar 98,41%.

#### 4.3.2 Analisa Kapabilitas Proses Untuk Data Variabel

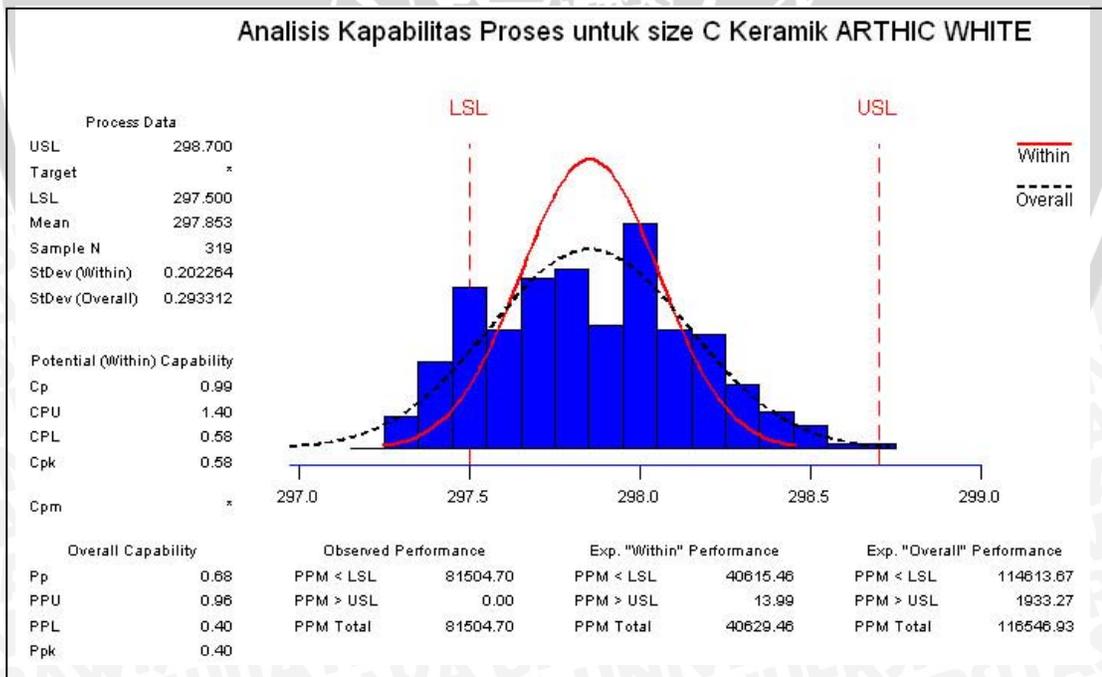
Analisa kapabilitas untuk data variabel adalah dengan menggunakan distribusi normal karena dari data variabel distribusi data bersifat normal. Berikut hasil perhitungan kapabilitas proses untuk data variabel dengan menggunakan *Minitab 2001v13*.



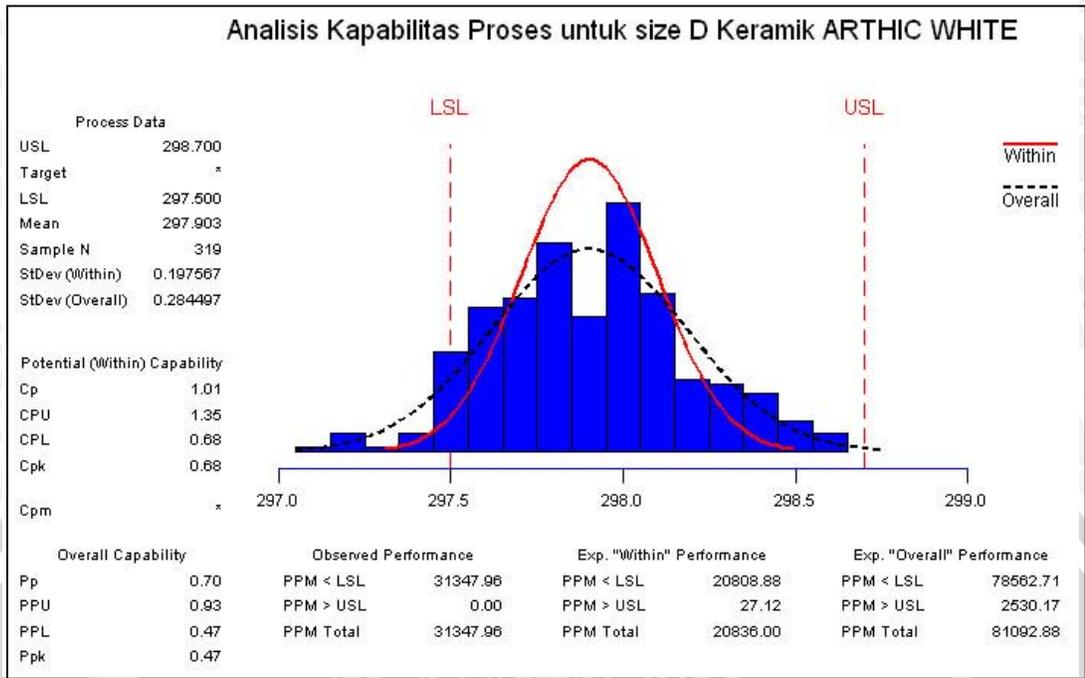
Gambar 4.22 Kapabilitas proses untuk size A keramik ARTHIC WHITE



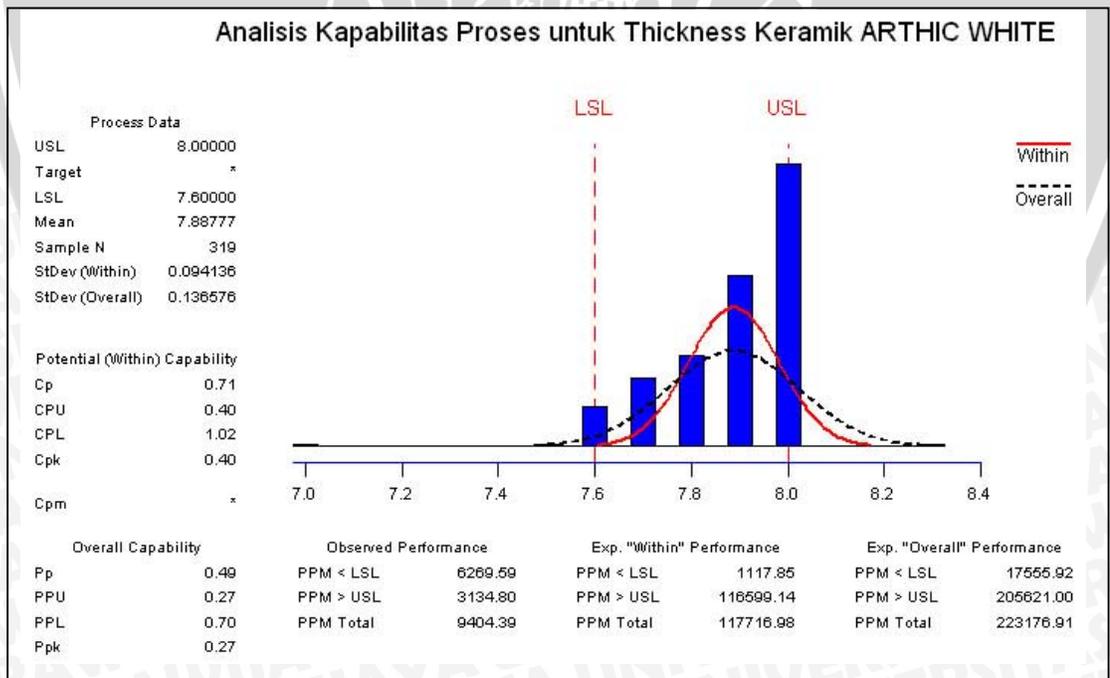
Gambar 4.23 Kapabilitas proses untuk size B keramik ARTHIC WHITE



Gambar 4.24 Kapabilitas proses untuk size C keramik ARTHIC WHITE



Gambar 4.25 Kapabilitas proses untuk *size D* keramik ARTHIC WHITE



Gambar 4.26 Kapabilitas proses untuk *thickness* keramik ARTHIC WHITE

Tabel 4.10 Nilai kapabilitas proses untuk data variabel keramik *ARTHIC WHITE*

Variabel	$C_p$	$C_{pu}$	$C_{pl}$	$C_{pk}$
1. <i>size A</i>	0,95	1,29	0,61	0,61
2. <i>size B</i>	0,94	1,29	0,59	0,59
3. <i>size C</i>	0,99	1,40	0,58	0,58
4. <i>size D</i>	1,01	1,35	0,68	0,68
5. <i>thickness</i>	0,71	0,40	1,02	0,40

Berikut akan dicontohkan prosedur perhitungan kapabilitas proses untuk data variabel *size A* keramik.

Dari data pada tabel 4.2 dicari nilai untuk standar deviasi sampel pengamatan:

Estimasi populasi standar deviasi sampel menggunakan persamaan 2-13

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{28307229,97 - \frac{9029997692}{319}}{318}}$$

$$S = 0,29$$

Maka kapabilitas prosesnya dengan menggunakan persamaan 2-12a adalah:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6S} = \frac{298,7 - 297,5}{6 \cdot 0,29} = 0,68$$

Untuk kapabilitas proses dua sisi adalah sebagai berikut:

Kapabilitas proses untuk batas spesifikasi atas menggunakan persamaan 2-12b

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3S} = \frac{298,7 - 297,9}{3 \cdot 0,29} = 0,93$$

Kapabilitas proses untuk batas spesifikasi bawah menggunakan persamaan 2-12c

$$C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3S} = \frac{297,9 - 297,5}{3 \cdot 0,29} = 0,44$$

Nilai  $C_{pk}$  ditentukan dari nilai  $C_{pu}$  atau  $C_{pl}$  terkecil sehingga nilai  $C_{pk}$  proses adalah 0,44 atau  $C_{pk} \leq 1$  yang mengindikasikan bahwa proses menghasilkan banyak

produk yang tak sesuai dengan spesifikasi. Dari hasil pengolahan data menggunakan *software Minitab 2001v13* didapatkan nilai PPM Total untuk proses adalah sekitar 95.089,06 yang berarti memungkinkan proses untuk menghasilkan produk cacat sebanyak 95.089 produk per sejuta produk. Sedangkan dari tabel 2.2 didapatkan nilai PPM Total untuk proses adalah sekitar 148.348,16 yang berarti memungkinkan proses untuk menghasilkan produk cacat sebanyak 148.348 produk per sejuta produk.

#### 4.4 Pemeriksaan Berdasarkan *Military Standard 414* Metode Deviasi Standar

Dalam pemeriksaan dengan menggunakan prosedur *Military Standard 414* pada produk keramik *ARTHIC WHITE* dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 4.11 Data variabel pengamatan

No.	Data Variabel	Klasifikasi cacat	USL	LSL	AQL
1	Size A	Major	298,7 mm	297,5 mm	2,5%
2	Size B	Major	298,7 mm	297,5 mm	2,5%
3	Size C	Major	298,7 mm	297,5 mm	2,5%
4	Size D	Major	298,7 mm	297,5 mm	2,5%
5	Thickness	Major	8 mm	7,6 mm	2,5%

Berikut akan dicontohkan langkah-langkah pengerjaan dengan menggunakan metode tersebut untuk data variabel *size A*:

- Tingkat kualitas penerimaan sebesar 2,5 %
- Batas spesifikasi atas : 298,7 mm
- Batas spesifikasi bawah : 297,5 mm
- Ukuran lot yang diperiksa : 363 *pieces* = 33 *box*

Jenis pemeriksaan yang digunakan dalam pemeriksaan awal adalah pemeriksaan tingkat IV atau normal

- Kode huruf yang sesuai untuk ukuran lot  $N = 363$  *pieces* untuk tingkat pemeriksaan normal adalah I (Tabel A-2)
- Jumlah sampel = 25 *pieces* (Tabel B-1)
- Maksimum persen kecacatan = 5,97 (Tabel B-3)

Tabel 4.12 Data sampel variabel *size A* keramik *ARTHIC WHITE*

No.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\sum_{i=1}^5 X_i$	$\bar{X}$
1	297.7	297.3	297.7	297.3	297.6	1487.6	297.52
2	297.6	297.8	297.6	297.5	298.1	1488.6	297.72
3	298.2	297.5	297.5	298.3	297.5	1489	297.8
4	298.1	298.3	298.2	298.2	298	1490.8	298.16
5	298.1	298.3	298.2	298.2	298	1490.8	298.16
						$\sum_{i=1}^{25}$	
						7446,8	1489,36

Urutan pengerjaan dengan metode standar deviasi variabilitas tak diketahui pada batas spesifikasi tunggal untuk data *size A* keramik *ARTHIC WHITE*, dimana digunakan dua metode pengerjaan yaitu dengan *form 1* (metode K) dan *form 2* (metode M) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Perhitungan dengan metode standar deviasi variabilitas tak diketahui untuk data *size A* keramik *ARTHIC WHITE*

No.	Informasi yang diperlukan	Nilai yang diperoleh	Keterangan
<b>Batas Spesifikasi Tunggal – Form 1</b>			
1.	Ukuran sampel : n	25	Tabel B-1
2.	Jumlah pengukuran : $\sum_{i=1}^{25} X_i$	7446,8	
3.	Jumlah kuadrat pengukuran : $\sum_{i=1}^{25} X_i^2$	2.218.195,98	
4.	Faktor koreksi (CF) : $(\sum_{i=1}^{25} X_i)^2/n$	2.218.193,21	
5.	Jumlah kuadrat yang dikoreksi (SS) : $\sum_{i=1}^{25} X_i^2 - CF$	2,77	

6.	Varian (V) : $SS / n-1$	0,115	
7.	Dugaan standar deviasi lot (S) = $\sqrt{V}$	0,34	
8.	Nilai tengah sampel: $\bar{X} = \sum_{i=1}^{25} X/N$	297,87	
9.	Batas spesifikasi atas : U	298,7	
10.	Batas spesifikasi bawah : L	297,5	
11.	Indeks kualitas atas : $Q_U = \frac{(U - \bar{X})}{S}$	2,44	
12.	Indeks kualitas bawah : $Q_L = \frac{(\bar{X} - L)}{S}$	1,09	
13.	Konstanta penerimaan : k	1,53	
14.	Kriteria penerimaan : bandingkan $Q_L$ dengan k <b>Jadi lot ditolak karena <math>Q_L &lt; k</math></b>	$1,09 < 1,53$	Tabel B-1
<b>Batas Spesifikasi Tunggal – Form 2</b>			
15.	Dugaan persen cacat lot U : $P_u$	0,474 %	Tabel B-5
16.	Dugaan persen cacat lot L : $P_L$	13,75 %	Tabel B-5
17.	Total dugaan persen cacat lot U : $P = P_u + P_L$	14,224 %	
18.	Maksimum persen cacat lot yang dapat diterima : M	5,97 %	
19.	Kriteria dapat diterima : bandingkan $P = P_u + P_L$ dengan M <b>Jadi lot ditolak karena <math>P &gt; M</math></b>	$14,224 \% > 5,97 \%$	

Berikut hasil pengerjaan seluruh variabel dengan menggunakan kedua bentuk metode di atas:

Tabel 4.14 Pemeriksaan berdasarkan *MIL-STD 414* dengan metode K (*form 1*)

No	Variabel	QL	k	Keputusan
1	Size A	1,09	1,53	Tolak
2	Size B	1,01	1,53	Tolak
3	Size C	1,00	1,53	Tolak
4	Size D	1,44	1,53	Tolak
5	Thickness	1,77	1,53	Terima

Tabel 4.15 Pemeriksaan berdasarkan *MIL-STD 414* dengan metode M (*form 2*)

No	Variabel	P	M	Keputusan
1	Size A	14,22	5,97	Tolak
2	Size B	16,37	5,97	Tolak
3	Size C	16,32	5,97	Tolak
4	Size D	7,65	5,97	Tolak
5	Thickness	25,07	5,97	Tolak

## 4.5 Pembahasan

### 4.5.1 Analisa Peta Kontrol Pembuatan Keramik *ARTHIC WHITE*

Peta kontrol digunakan sebagai alat pengendalian kualitas selama proses pembuatan keramik berlangsung guna menjamin kualitas produk yang dihasilkan.

#### a. Peta Kontrol p

Pada peta kontrol p terdapat 5 titik data pengamatan yang berada di luar batas kontrol, diantaranya data ke-2, ke-4, ke-8, ke-26 dan ke-28 dengan nilai rata-rata kecacatan sebesar 0,0162, sedangkan nilai batas kontrol atas dan batas kontrol bawah bervariasi yang disebabkan ukuran subgrup yang bervariasi. Mengingat kelima data yang menyimpang tersebut disebabkan oleh faktor penyebab khusus yaitu lampu mati dan pasokan gas bermasalah yang mengakibatkan operasional tersendat, maka peta kontrol dapat direvisi dengan cara menghilangkan data yang berada di luar batas kontrol. Peta kontrol hasil revisi ini menghasilkan nilai kecacatan sebesar 0,0159. Salah satu kendala yang dihadapi dalam peta kontrol tersebut adalah tidak dapat dianalisisnya

runs dan pola nonrandom lainnya karena ukuran subgroup yang bervariasi. Salah satu penyelesaian masalah yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan standarisasi peta kontrol p yaitu membuat peta kontrol dengan batas 3 sigma yaitu batas atas dan bawah sebesar +3 dan -3 sedangkan nilai tengah sebesar nol. Dari peta kontrol p terstandarisasi tersebut dapat diketahui pola runs dan gejala nonrandom yang terjadi dalam proses. Dari analisa kapabilitas proses peta kontrol p diperoleh nilai sebesar 0,0159 yang berarti proses akan menghasilkan cacat sebesar 1,59%. Untuk memperkecil cacat yang terjadi maka perlu dilakukan langkah-langkah identifikasi cacat yang terjadi dalam proses pembuatan keramik jenis tersebut. Dari informasi diagram Pareto diperoleh prosentase cacat dalam proses pembuatan keramik sebagai berikut:

Tabel 4.16 Prosentase cacat keramik

Karakteristik Cacat	Jumlah Cacat	Total % Cacat
<i>Glaze Droplet</i>	40359,1811	31,38%
<i>Cracking Press</i>	23494,2503	18,27%
<i>Chipping Input Kiln</i>	22704,6448	17,65%
<i>Weavy Surface</i>	10096,2778	7,85%
<i>Chipping Press</i>	9089,7766	7,07%
<i>Chipping Output Kiln</i>	7669,314	5,96%
<i>Plannar</i>	7234,7488	5,62%
<i>Not Shade</i>	6349,41	4,94%
<i>Fallen Dirty</i>	1630,238	1,27%

Selanjutnya dilakukan analisa penyebab cacat tersebut dan dilakukannya penelusuran penyebab cacat tersebut menggunakan diagram sebab akibat. Berikut langkah-langkah penyelesaian yang dapat ditempuh oleh perusahaan untuk tiap penyebab pada masing-masing cacat:

- Untuk cacat *Glaze Droplet*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium lebih teliti dalam menguji sifat-sifat yang dimiliki setiap unsur penyusun *glaze*
  - Operator lebih rajin dalam membersihkan kabin dan teliti dalam mengatur kecepatan motor pemutar *disc* penghasil *spray*
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor

2. Untuk cacat *Cracking Press*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium lebih teliti dalam menguji sifat-sifat yang dimiliki setiap unsur penyusun *powder* dan *glaze*
  - Operator lebih tanggap untuk mengatur jarak antar keramik setelah keluar dari *press section*
  - Operator lebih teliti dalam mengatur kecepatan *conveyor*
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor
3. Untuk cacat *Chipping Input Kiln*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium lebih teliti dalam menguji sifat-sifat yang dimiliki setiap unsur penyusun *powder* dan *glaze*
  - Operator lebih tanggap untuk mengatur jarak antar keramik sebelum memasuki *firing section*
  - Operator lebih tanggap untuk mengatur posisi *guidance* ketika tidak presisi
  - Operator lebih teliti dalam mengatur kecepatan *conveyor*
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor
4. Untuk cacat *Weavy Surface*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium lebih teliti dalam menentukan komposisi formula penyusun *glaze*
  - Operator lebih cermat dalam mengoperasikan mesin penggiling *glaze* dan mengatur temperatur pembakaran agar biskuit tidak terlalu panas ketika *spray* disemprotkan
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor
5. Untuk cacat *Chipping Press*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium lebih teliti dalam menguji kadar air setiap unsur penyusun *powder*
  - Operator lebih tanggap untuk mengatur jarak antar keramik setelah keluar dari *press section*
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor

6. Untuk cacat *Chipping Output Kiln*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Operator lebih tanggap untuk mengatur jarak antar keramik setelah keluar dari *firing section*
  - Operator lebih teliti dalam mengatur kecepatan *conveyor*
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor
7. Untuk cacat *Plannar*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium lebih teliti dalam menguji kadar air setiap unsur penyusun *powder*
  - Operator lebih teliti dalam mengontrol temperatur pembakaran keramik ketika kurang seimbang
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor
8. Untuk cacat *Not Shade*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Laboratorium melakukan pengujian terlebih dahulu terhadap setiap unsur penyusun *powder* dan *glaze*
  - Operator lebih teliti dalam menentukan prosentase komposisi material penyusun *glaze* ketika melakukan penggilingan dan penimbangan dan mengatur kesesuaian putaran *disc* penghasil *spray*
  - Operator lebih teliti dalam mengontrol temperatur pembakaran keramik
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor
9. Untuk cacat *Fallen Dirty*, langkah penyelesaiannya antara lain:
  - Operator lebih teliti dalam memasang alat *brush*
  - Operator lebih teliti dalam mengganti alat *brush* sesuai jadwal
  - Adanya evaluasi dan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja masing-masing operator oleh setiap supervisor

#### **b. Peta Kontrol X dan R**

Dari analisis peta kontrol data variabel keramik *ARTHIC WHITE* dengan menggunakan *Minitab 2001v13* diperoleh hasil bahwa semua titik pengamatan berada dalam batas kontrol walaupun diperlukan penghilangan beberapa data yang menunjukkan proses belum dianggap stabil. Berikut hasil perhitungan batas kontrol pada peta kontrol X untuk data variabel keramik *ARTHIC WHITE*.

Tabel 4.17 Batas kontrol peta kontrol X

Data Variabel	UCL	CL	LCL
Size A	298,1	298,0	297,8
Size B	298,1	297,9	297,7
Size C	298,1	297,9	297,7
Size D	298,1	297,9	297,8
Thickness	7,987	7,930	7,873

Setelah mengetahui batas-batas dalam peta kontrol di atas, langkah selanjutnya adalah mengetahui kapabilitas proses dari masing-masing variabel tersebut dan kemungkinan proses menghasilkan produk cacat. Berikut hasil perhitungan harga kapabilitas proses  $C_p$  dan  $C_{pk}$  proses beserta nilai *observed* dan *expected performance*.

Tabel 4.18 Nilai kapabilitas proses keramik ARTHIC WHITE

Data Variabel	$C_p$	$C_{pk}$	PPM Total <i>Observed Performance</i>	PPM Total <i>Expected Performance</i>
Size A	0,95	0,61	53291,54	32614,14
Size B	0,94	0,59	84639,50	38922
Size C	0,99	0,58	81504,70	40629,46
Size D	1,01	0,68	31347,96	20836
Thickness	0,71	0,40	9404,39	117716,98

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat banyak variabel yang nilai kapabilitas prosesnya kurang dari 1 sehingga menunjukkan bahwa proses tidak stabil. Selain itu semua variabel di atas sebagian datanya perlu dihilangkan agar pemetaan data berada dalam batas kontrol. Berikut analisa kapabilitas proses dari variabel-variabel di atas.

Tabel 4.19 Pembahasan tidak stabilnya *Size A*

Variabel	Nilai $C_p$	Permasalahan	Pembahasan
Size A	0,95	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat banyak data yang keluar dari batas kontrol, meskipun data tersebut dihilangkan <math>C_p</math> masih tetap <math>&lt; 1</math></li> <li>2. Mesin pembaca ukuran keramik menganalisa <i>size</i> dari jumlah rata-rata keempat panjang <i>size</i>, bukan dari masing-masing sisi.</li> <li>3. Penyetelan <i>mould set</i> cetakan yang kurang presisi karena telah melewati <i>lifetime</i>.</li> <li>4. Perbedaan kepadatan ketika mengisi <i>powder</i> ke dalam cetakan.</li> <li>5. Proses pembakaran secara radiasi yang tidak seimbang antara sisi kanan dan sisi kiri.</li> <li>6. Sifat antar unsur dalam material yang tidak dapat menyatu.</li> <li>7. Kelalaian operator</li> </ol>	<p>Karena <math>C_p</math> yang dihasilkan <math>&lt; 1</math> maka peta kontrol belum dianggap <i>capable</i> untuk mengontrol proses sehingga perusahaan harus mengambil langkah nyata dengan meninjau ulang proses lebih teliti dan secara keseluruhan, serta meminimalisir variasi yang ada. Karena proses kurang senter dan cenderung menghasilkan produk di bawah spesifikasi maka perlu dilakukan penjadwalan ulang perawatan mesin. Mengingat pengoperasian mesin masih secara manual, pengawasan dan tindakan yang lebih tegas terhadap operator serta kerjasama yang kompak antara pihak manajemen dan karyawan bawah perlu ditingkatkan.</p>

Tabel 4.20 Pembahasan tidak stabilnya *Size B*

Variabel	Nilai $C_p$	Permasalahan	Pembahasan
<i>Size B</i>	0,94	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat banyak data yang keluar dari batas kontrol, meskipun data tersebut dihilangkan <math>C_p</math> masih tetap <math>&lt; 1</math></li> <li>2. Mesin pembaca ukuran keramik menganalisa <i>size</i> dari jumlah rata-rata keempat panjang <i>size</i>, bukan dari masing-masing sisi.</li> <li>3. Penyetelan <i>mould set</i> cetakan yang kurang presisi karena telah melewati <i>lifetime</i>.</li> <li>4. Perbedaan kepadatan ketika mengisi <i>powder</i> ke dalam cetakan.</li> <li>5. Proses pembakaran secara radiasi yang tidak seimbang antara sisi kanan dan sisi kiri.</li> <li>6. Sifat antar unsur dalam material yang tidak dapat menyatu.</li> <li>7. Kelalaian operator</li> </ol>	<p>Karena <math>C_p</math> yang dihasilkan <math>&lt; 1</math> maka peta kontrol belum dianggap <i>capable</i> untuk mengontrol proses sehingga perusahaan harus mengambil langkah nyata dengan meninjau ulang proses lebih teliti dan secara keseluruhan, serta meminimalisir variasi yang ada. Karena proses kurang senter dan cenderung menghasilkan produk di bawah spesifikasi maka perlu dilakukan penjadwalan ulang perawatan mesin. Mengingat pengoperasian mesin masih secara manual, pengawasan dan tindakan yang lebih tegas terhadap operator serta kerjasama yang kompak antara pihak manajemen dan karyawan bawah perlu ditingkatkan.</p>

Tabel 4.21 Pembahasan tidak stabilnya *Size C*

Variabel	Nilai $C_p$	Permasalahan	Pembahasan
<i>Size C</i>	0,99	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat banyak data yang keluar dari batas kontrol, meskipun data tersebut dihilangkan <math>C_p</math> masih tetap <math>&lt; 1</math></li> <li>2. Mesin pembaca ukuran keramik menganalisa <i>size</i> dari jumlah rata-rata keempat panjang <i>size</i>, bukan dari masing-masing sisi.</li> <li>3. Penyetelan <i>mould set</i> cetakan yang kurang presisi karena telah melewati <i>lifetime</i>.</li> <li>4. Perbedaan kepadatan ketika mengisi <i>powder</i> ke dalam cetakan.</li> <li>5. Proses pembakaran secara radiasi yang tidak seimbang antara sisi kanan dan sisi kiri.</li> <li>6. Sifat antar unsur dalam material yang tidak dapat menyatu.</li> <li>7. Kelalaian operator</li> </ol>	<p>Karena <math>C_p</math> yang dihasilkan <math>&lt; 1</math> maka peta kontrol belum dianggap <i>capable</i> untuk mengontrol proses sehingga perusahaan harus mengambil langkah nyata dengan meninjau ulang proses lebih teliti dan secara keseluruhan, serta meminimalisir variasi yang ada. Karena proses kurang senter dan cenderung menghasilkan produk di bawah spesifikasi maka perlu dilakukan penjadwalan ulang perawatan mesin. Mengingat pengoperasian mesin masih secara manual, pengawasan dan tindakan yang lebih tegas terhadap operator serta kerjasama yang kompak antara pihak manajemen dan karyawan bawah perlu ditingkatkan.</p>

Tabel 4.22 Pembahasan tidak stabilnya *Size D*

Variabel	Nilai $C_p$	Permasalahan	Pembahasan
<i>Size D</i>	1,01	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat banyak data yang keluar dari batas kontrol, meskipun <math>C_p &gt; 1</math></li> <li>2. Mesin pembaca ukuran keramik menganalisa <i>size</i> dari jumlah rata-rata keempat panjang <i>size</i>, bukan dari masing-masing sisi.</li> <li>3. Penyetelan <i>mould set</i> cetakan yang kurang presisi karena telah melewati <i>lifetime</i>.</li> <li>4. Perbedaan kepadatan ketika mengisi <i>powder</i> ke dalam cetakan.</li> <li>5. Proses pembakaran secara radiasi yang tidak seimbang antara sisi kanan dan sisi kiri.</li> <li>6. Sifat antar unsur dalam material yang tidak dapat menyatu.</li> <li>7. Kelalaian operator</li> </ol>	<p>Meskipun <math>C_p</math> yang dihasilkan <math>&gt; 1</math>, perusahaan tetap diharapkan untuk mengambil langkah nyata dengan meninjau ulang proses lebih teliti dan secara keseluruhan mengingat <math>C_{pk} &lt; 1</math> serta masih banyak data yang sifatnya variatif dan keluar dari batas peta kontrol maupun batas spesifikasi. Karena proses kurang senter dan cenderung menghasilkan produk di bawah spesifikasi maka perlu dilakukan penjadwalan ulang perawatan mesin. Mengingat pengoperasian mesin masih secara manual, pengawasan dan tindakan yang lebih tegas terhadap operator serta kerjasama yang kompak antara pihak manajemen dan karyawan bawah perlu ditingkatkan.</p>

Tabel 4.23 Pembahasan tidak stabilnya *thickness*

Variabel	Nilai $C_p$	Permasalahan	Pembahasan
<i>Thickness</i>	0,71	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat banyak data yang keluar dari batas kontrol, meskipun data tersebut dihilangkan <math>C_p</math> masih tetap <math>&lt; 1</math>.</li> <li>2. Perbedaan kepadatan ketika mengisi <i>powder</i> ke dalam cetakan.</li> <li>3. Penyetelan <i>mould set</i> cetakan yang kurang presisi karena telah melewati <i>lifetime</i>.</li> <li>4. Kelalaian operator</li> </ol>	<p>Karena <math>C_p</math> yang dihasilkan <math>&lt; 1</math> maka peta kontrol belum dianggap <i>capable</i> untuk mengontrol proses sehingga perusahaan harus mengambil langkah nyata dengan meninjau ulang proses lebih teliti dan secara keseluruhan, serta meminimalisir variasi yang ada. Karena proses kurang senter dan cenderung menghasilkan produk di bawah spesifikasi maka perlu dilakukan penjadwalan ulang perawatan mesin. Mengingat pengoperasian mesin masih secara manual, pengawasan dan tindakan yang lebih tegas terhadap operator serta kerjasama yang kompak antara pihak manajemen dan karyawan bawah perlu ditingkatkan.</p>

#### 4.5.2 Analisa Penerapan MIL-STD-414

Untuk kualitas variabel keramik *ARTHIC WHITE* hanya pada sifat *thickness* dapat diterima sedangkan untuk keempat variabel yang lain yaitu *size A*, *size B*, *size C* dan *size D* seluruhnya tertolak. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil perhitungan dengan kedua metode yang ada dalam *MIL-STD-414*.

Pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4.15 dengan hasil:

- ❖ Dengan menggunakan metode standar deviasi menghasilkan keempat lot tertolak yaitu untuk pemeriksaan variabel *size A*, *size B*, *size C* dan *size D* keramik.

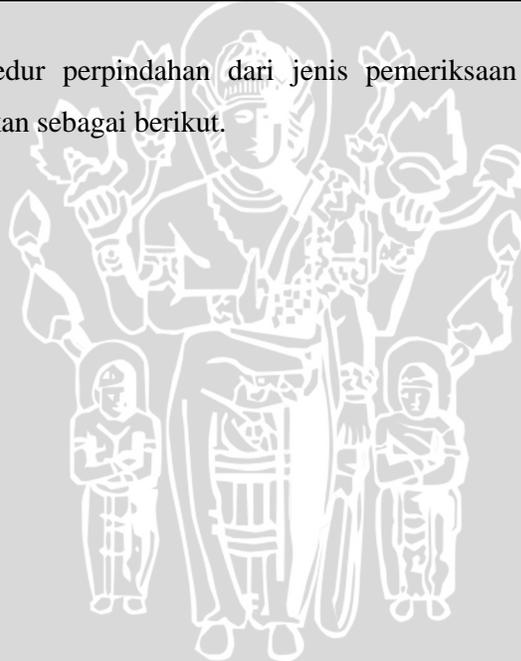
- ❖ Nilai total dugaan cacat dan prosentase kecacatan lot untuk keempat variabel yang tertolak tersebut masih sangat tinggi sehingga menandakan perlunya perbaikan terhadap proses yang bersangkutan.

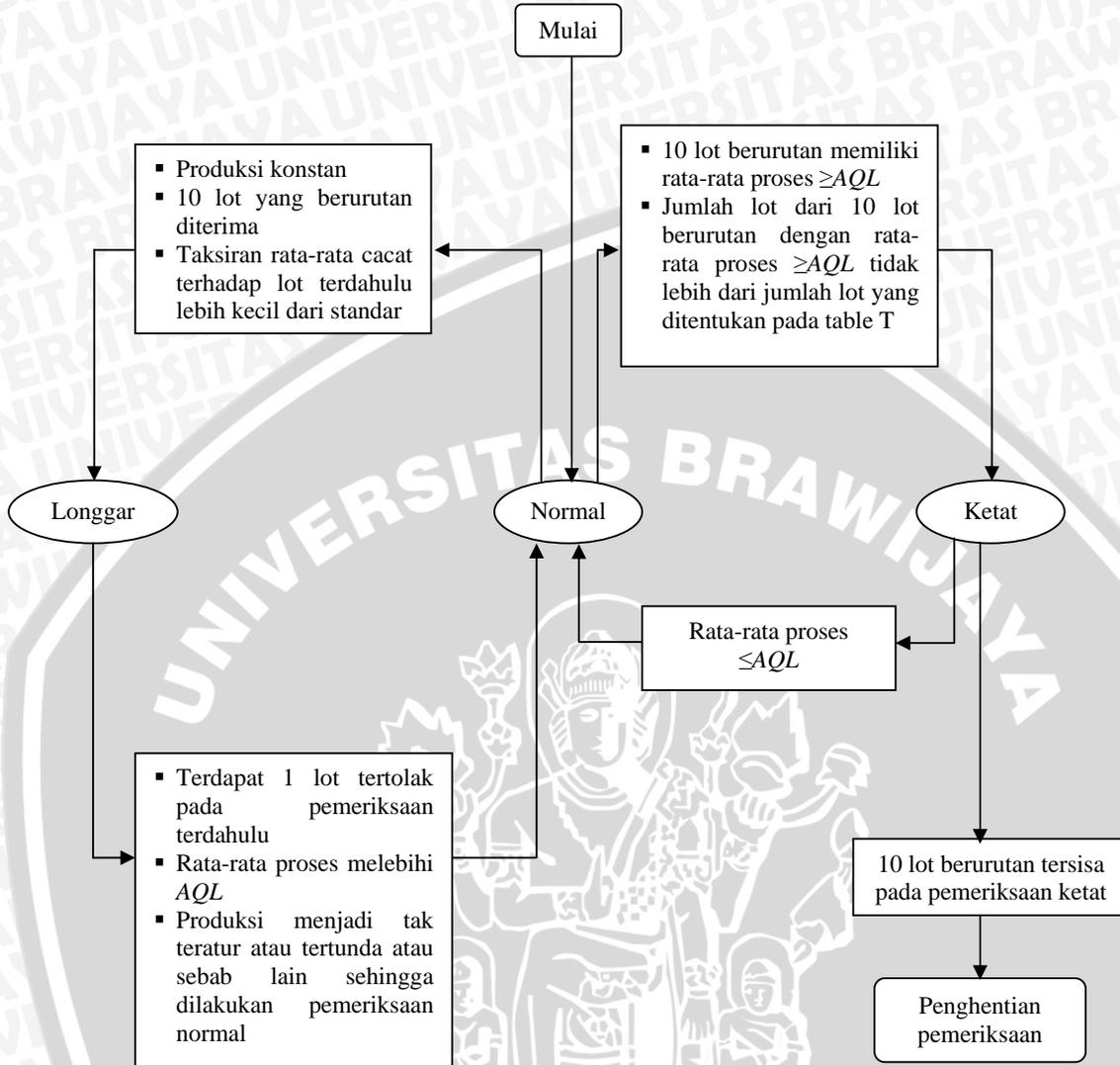
Tingkat pemeriksaan yang digunakan di atas adalah pemeriksaan tingkat IV atau normal. Untuk pemeriksaan lot di masa mendatang perlunya diperhatikan prosedur perpindahan dari jenis pemeriksaan normal, ketat dan longgar. Berikut jumlah sampel untuk masing-masing jenis pemeriksaan.

Tabel 4.24 Banyaknya sampel untuk masing-masing jenis pemeriksaan

Jenis Pemeriksaan	Ukuran sampel	Ukuran setiap lot	AQL
Ketat	35 <i>pieces</i> ( $\pm 4$ <i>box</i> )	363 <i>pieces</i> (33 <i>box</i> )	2,5%
Normal	25 <i>pieces</i> ( $\pm 3$ <i>box</i> )	363 <i>pieces</i> (33 <i>box</i> )	2,5%
Longgar	15 <i>pieces</i> ( $\pm 2$ <i>box</i> )	363 <i>pieces</i> (33 <i>box</i> )	2,5%

Sedangkan prosedur perpindahan dari jenis pemeriksaan normal, ketat dan longgar dapat digambarkan sebagai berikut.





Gambar 4.27 Prosedur peralihan pemeriksaan pada MIL-STD-414

Keuntungan yang didapat perusahaan jika menerapkan MIL-STD-414 sebagai alat pengendali kualitas produk data variabel antara lain jumlah sampel yang lebih sedikit dibanding pengendalian mutu produk data atribut. Di samping itu juga menyediakan lebih banyak informasi terutama dapat mengetahui seberapa jauh penyimpangan atau kesalahan yang terjadi sehingga sangat bermanfaat untuk mendukung usaha perbaikan mutu.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan sekaligus pengamatan yang dilakukan pada produk keramik jenis *ARTHIC WHITE*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan pemetaan data pada peta kontrol p menunjukkan bahwa proses pembuatan keramik dalam keadaan stabil, dimana titik-titik data berada di dalam batas kontrol. Dari peta kontrol X dan R didapatkan hasil analisa kemampuan proses yaitu bahwa hanya variabel *size D* yang memiliki nilai kapabilitas lebih dari 1 yaitu sebesar 1,01, sedangkan untuk variabel *size A*, *size B*, *size C* dan *thickness* memiliki nilai kapabilitas kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa proses yang berlangsung belum stabil sehingga perlu ditinjau kembali dan segera diambil tindakan perbaikan.
2. Dari hasil pemeriksaan tingkat normal dengan menggunakan *MIL-STD-414* metode deviasi standar terdapat 4 lot yang tertolak yaitu *size A*, *size B*, *size C* dan *size D* sedangkan untuk *thickness* dapat diterima sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan terhadap keempat proses tersebut serta mengalihkan pemeriksaan ke tingkat ketat dengan menggunakan sampel sebanyak 35 *pieces* ( $\pm 4$  *box*). Jika 10 lot diterima maka dialihkan ke pemeriksaan tingkat longgar dengan sampel sebanyak 15 *pieces* ( $\pm 3$  *box*).

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisa kapabilitas proses secara rutin sebagai langkah evaluasi.
2. Menerapkan *MIL-STD-414* sebagai teknik sampling kedua untuk digunakan secara bersamaan dengan *MIL-STD-105E* yang sebelumnya telah diterapkan oleh perusahaan, guna meningkatkan tingkat penerimaan produk.
3. Melakukan penjadwalan ulang perawatan mesin terutama dalam penyetulan mesin *press* lebih diperhatikan.
4. Melakukan pengawasan ketat terhadap kinerja para karyawan serta mengadakan pelatihan mengenai pengoperasian mesin secara mendalam agar kesalahan manusia (*human error*) sebagai salah satu penyebab cacat dapat diminimalisir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2003. *Minitab User Guide E-Book*. Minitab Inc.
- Anonymous. 2004. *STATGRAPHICS Plus Guide*. <http://www.statlets.com>
- Besterfield, Dale H. 1994. *Quality control*. Fourth Edition, Prentice-Hall International Edition.
- Feigenbaum, AV. 1986. *Total Quality Assurance*. Third Edition, New York: McGraw-Hill Company Book.
- Gonick, Larry and Woollcott Smith. 2002. *Kartun Statistik*. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia
- Grant, Eugene L. and Richard S. Leavenworth. 1999. *Statistical Quality Control*. Seventh Edition, New York: McGraw-Hill.
- Gasperz, Vincent. 1998. *Statistical Process Control*. Jakarta: PT. Gramedia Utama.
- Juran. 1989. *Kendali Mutu*. Jakarta.
- Montgomery, Douglas C. 1991. *Introduction to Statistical Quality Control*. Second Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Muid, Abdul. 2004. *Analisis Pengendalian Kualitas Statistik Dengan Peta Kontrol dan Sampling Penerimaan Pada Produksi Lampu PS EFA13SEL*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Quinn Curtis Inc. 2007. *SPC Control Chart Tools for .Net*. <http://www.quinn-curtis.com/QCSPCChartProdPage.html>.
- Spiegel, Murray R. 1992. *Theory and Problems of Statistics*. Second Edition, London: McGraw-Hill Book Company.
- Taylor A. Wayne Dr. 2000. *Acceptance Sampling Update*. Taylor Interprises Inc. <http://www.variations.com/samplingupdate.html>.
- United States Department of Defense. 1957. *Sampling Procedures & Tables for Inspection by Variables for Percent Defective, MIL-STD-414*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Wahyu, Dorothea. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2004. *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Surabaya: Prima Printing.

Lampiran 1. Faktor untuk menghitung batas kontrol untuk peta kontrol  $\bar{X}$  dan  $R$

**TABLE B Factors for Computing Central Lines and  $3\sigma$  Control Limits for  $\bar{X}$ ,  $s$  and  $R$  Charts.**

OBSERVATIONS IN SAMPLE, $n$	CHART FOR AVERAGES						CHART FOR STANDARD DEVIATIONS						CHART FOR RANGES						
	FACTORS FOR CONTROL LIMITS			FACTOR FOR CENTRAL LINE			FACTORS FOR CONTROL LIMITS			FACTOR FOR CENTRAL LINE			FACTORS FOR CONTROL LIMITS			FACTOR FOR CENTRAL LINE			
	$A$	$A_2$	$A_3$	$c_4$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$d_1$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	0	3.267	0	2.606	0.853	0	3.686	0	3.267	1.128		0.853	0	3.686	0
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	0	2.568	0	2.276	0.888	0	4.358	0	2.574	1.693		0.888	0	4.358	0
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	0	2.266	0	2.088	0.880	0	4.698	0	2.282	2.059		0.880	0	4.698	0
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	0	2.089	0	1.964	0.864	0	4.918	0	2.114	2.326		0.864	0	4.918	0
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	0.030	1.970	0.029	1.874	0.848	0	5.078	0	2.004	2.534		0.848	0	5.078	0
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	0.118	1.882	0.113	1.806	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924	2.704		0.833	0.204	5.204	0.076
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	0.185	1.815	0.179	1.751	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864	2.847		0.820	0.388	5.306	0.136
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	0.239	1.761	0.232	1.707	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816	2.970		0.808	0.547	5.393	0.184
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	0.284	1.716	0.276	1.669	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	3.078		0.797	0.687	5.469	0.223
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	0.321	1.679	0.313	1.637	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744	3.173		0.787	0.811	5.535	0.256
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	0.354	1.646	0.346	1.610	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717	3.258		0.778	0.922	5.594	0.283
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	0.382	1.618	0.374	1.585	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693	3.336		0.770	1.025	5.647	0.307
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	0.406	1.594	0.399	1.563	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672	3.407		0.763	1.118	5.696	0.328
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	0.428	1.572	0.421	1.544	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653	3.472		0.756	1.203	5.741	0.347
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	0.448	1.552	0.440	1.526	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637	3.532		0.750	1.282	5.782	0.363
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	0.466	1.534	0.458	1.511	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622	3.588		0.744	1.356	5.820	0.378
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	0.482	1.518	0.475	1.496	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608	3.640		0.739	1.424	5.856	0.391
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	0.497	1.503	0.490	1.483	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597	3.689		0.734	1.487	5.891	0.403
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	0.510	1.490	0.504	1.470	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585	3.735		0.729	1.549	5.921	0.415

Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103, Reprinted with permission.

Lampiran 2. Huruf kode ukuran sampel pada MIL-STD-414 (Tabel A-2)

**Tabel 11-1. (Tabel A-2 MIL STD 414)  
Huruf Kode Ukuran Sampel\***

Ukuran kotak		Tingkat Pemeriksaan				
		I	II	III	IV	V
3 sampai	8	B	B	B	B	C
9 sampai	15	B	B	B	B	D
16 sampai	25	B	B	B	C	E
26 sampai	40	B	B	B	D	F
41 sampai	65	B	B	C	E	G
66 sampai	110	B	B	D	F	H
111 sampai	180	B	C	E	G	I
181 sampai	300	B	D	F	H	J
301 sampai	500	C	E	G	I	K
501 sampai	800	D	F	H	J	L
801 sampai	1,300	E	G	I	K	L
1,301 sampai	3.200	F	H	J	L	M
3,201 sampai	8.000	G	I	L	M	N
8,001 sampai	22.000	H	J	M	N	O
22.001 sampai	110,000	I	K	N	O	P
110.001 sampai	550.000	I	K	O	P	Q
550.001 dan	di atasnya	I	K	P	Q	Q

Lampiran 3. Tabel B-1, MIL-STD-414

**Tabel 11-2. Tabel Induk untuk Pemeriksaan Normal dan Ketat bagi Perencanaan Berdasarkan Variabilitas Tidak Diketahui (Metode Deviasi Standar) (Batas Spesifikasi Tunggal-Bentuk 1) (Tabel B-1, MIL STD 414).**

Huruf kode ukuran sampel	Ukuran sampel	Tingkat Kualitas yang dapat Diterima (pemeriksaan normal)															
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	.886	.664		
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695		
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	.936	.712		
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	.946	.723		
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	.969	.745		
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	.971	.746		
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	.774		
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	.804		
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	.819		
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.841		
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.845		
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00			

Tingkat Kualitas yang dapat Diterima

Semua nilai TKT dalam persen cacat.  
 ↓ Gunakan perencanaan sampling pertama di bawah panah, baik ukuran sampel atau nilai k. Jika ukuran sampel sama atau melebihi ukuran kotak, itap benda dalam kotak harus diperiksa.

Catatan: Untuk Tabel 11-2 sampai dengan Tabel 11-7 . (titik) harap dibaca , (koma). Contoh: 1.50 dibaca 1,50 dan seterusnya.

Lampiran 4. Tabel B-3, MIL-STD-414

Tabel 11-3. Tabel Induk untuk Pemeriksaan Normal dan Ketat bagi Perencanaan Berdasarkan Variabilitas Tidak Diketahui (Metode Deviasi Standar) (Batas Spesifikasi Ganda dan Bentuk 2—Batas Spesifikasi Tunggal) (Tabel B-3, MIL STD 414).

Huruf kode ukuran sampel	Ukuran sampel	Tingkat Kualitas yang dapat Diterima (pemeriksaan normal)																																	
		.04		.065		.10		.15		.25		.40		.65		1.00		1.50		2.50		4.00		6.50		10.00		15.00							
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M					
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓				
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
E	7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
G	15	0.099	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61																				
H	20	0.135	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53																				
I	25	0.155	0.250	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97																				
J	30	0.179	0.280	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58																				
K	35	0.170	0.264	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91																				
L	40	0.179	0.275	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86																				
M	50	0.163	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00																				
N	75	0.147	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11																				
O	100	0.145	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66																				
P	150	0.134	0.203	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02																				
Q	200	0.135	0.204	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92																				
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00																					

Tingkat Kualitas yang dapat Diterima

Semua nilai TKT dan tabel dalam persen cacat.

↓ Gunakan perencanaan sampling pertama di bawah panah, baik ukuran sampel sama atau melebihi ukuran kotak, tiap benda dalam kotak harus diperiksa.



Lampiran 6. Tabel B-5 (lanjutan), MIL-STD-414

**Tabel II-7 (Lanjutan)**

Z <sub>1-α</sub> Z <sub>β</sub>	Ukuran sampel																		
	3	4	5	7	10	13	20	25	30	35	40	50	60	75	100	130	150	200	300
1.10	9.64	13.33	13.48	13.49	13.50	13.51	13.52	13.53	13.54	13.54	13.54	13.54	13.55	13.55	13.55	13.56	13.56	13.56	13.56
1.11	8.89	13.00	13.25	13.26	13.28	13.29	13.30	13.31	13.31	13.32	13.32	13.33	13.34	13.34	13.34	13.34	13.34	13.34	13.34
1.12	7.62	12.67	12.93	13.00	13.03	13.05	13.07	13.08	13.09	13.10	13.10	13.11	13.12	13.12	13.12	13.13	13.13	13.13	13.13
1.13	6.60	12.00	12.65	12.75	12.80	12.83	12.85	12.86	12.87	12.88	12.89	12.89	12.90	12.90	12.91	12.91	12.91	12.92	12.92
1.14	5.08	11.33	12.37	12.51	12.57	12.61	12.63	12.65	12.66	12.67	12.67	12.68	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70
1.15	0.28	11.67	12.10	12.27	12.34	12.39	12.42	12.44	12.45	12.46	12.46	12.47	12.48	12.49	12.49	12.50	12.50	12.50	12.50
1.16	0.00	11.33	11.83	12.03	12.12	12.18	12.21	12.23	12.24	12.25	12.25	12.26	12.28	12.28	12.29	12.29	12.29	12.29	12.29
1.17	0.00	11.00	11.56	11.79	11.90	11.96	12.00	12.02	12.03	12.04	12.05	12.06	12.07	12.08	12.08	12.09	12.09	12.09	12.09
1.18	0.00	10.67	11.29	11.56	11.68	11.75	11.79	11.81	11.82	11.84	11.84	11.85	11.87	11.88	11.88	11.89	11.89	11.89	11.89
1.19	0.00	10.33	11.02	11.33	11.46	11.54	11.58	11.61	11.62	11.63	11.64	11.65	11.67	11.68	11.69	11.69	11.69	11.69	11.69
1.20	0.00	10.00	10.76	11.10	11.26	11.34	11.38	11.41	11.42	11.43	11.44	11.44	11.47	11.48	11.49	11.49	11.49	11.49	11.49
1.21	0.00	9.67	10.30	10.67	11.03	11.13	11.18	11.21	11.22	11.24	11.25	11.26	11.28	11.29	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
1.22	0.00	9.33	10.23	10.65	11.02	11.13	11.18	11.21	11.22	11.24	11.25	11.26	11.28	11.29	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
1.23	0.00	9.00	9.97	10.42	10.81	11.07	11.18	11.21	11.22	11.24	11.25	11.26	11.28	11.29	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
1.24	0.00	8.67	9.72	10.20	10.61	11.03	11.15	11.18	11.20	11.21	11.22	11.23	11.25	11.26	11.27	11.27	11.27	11.27	11.27
1.25	0.00	8.33	9.46	9.98	10.41	10.84	11.10	11.13	11.15	11.16	11.17	11.18	11.20	11.21	11.21	11.21	11.21	11.21	11.21
1.26	0.00	8.00	9.21	9.77	10.20	10.63	11.07	11.10	11.12	11.13	11.14	11.15	11.17	11.18	11.18	11.18	11.18	11.18	11.18
1.27	0.00	7.67	8.96	9.55	9.91	9.96	10.02	10.06	10.09	10.10	10.12	10.13	10.16	10.17	10.18	10.18	10.18	10.18	10.18
1.28	0.00	7.33	8.71	9.34	9.61	9.77	9.84	9.88	9.90	9.92	9.94	9.95	9.98	9.99	10.00	10.01	10.01	10.01	10.01
1.29	0.00	7.00	8.46	9.13	9.43	9.58	9.65	9.70	9.72	9.74	9.76	9.78	9.80	9.82	9.83	9.83	9.83	9.83	9.83
1.30	0.00	6.67	8.21	8.93	9.22	9.40	9.48	9.52	9.55	9.57	9.58	9.60	9.63	9.64	9.65	9.65	9.65	9.65	9.65
1.31	0.00	6.33	7.97	8.72	9.03	9.22	9.30	9.34	9.37	9.39	9.41	9.43	9.46	9.47	9.48	9.48	9.48	9.48	9.48
1.32	0.00	6.00	7.73	8.52	8.85	9.04	9.12	9.17	9.20	9.22	9.24	9.26	9.29	9.30	9.31	9.32	9.32	9.32	9.32
1.33	0.00	5.67	7.49	8.33	8.66	8.86	8.95	9.00	9.03	9.05	9.07	9.09	9.12	9.13	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15
1.34	0.00	5.33	7.25	8.12	8.46	8.69	8.78	8.83	8.86	8.88	8.90	8.92	8.95	8.97	8.98	8.99	8.99	8.99	8.99
1.35	0.00	5.00	7.02	7.92	8.20	8.42	8.51	8.56	8.59	8.62	8.64	8.66	8.69	8.72	8.74	8.74	8.74	8.74	8.74
1.36	0.00	4.67	6.79	7.73	8.12	8.35	8.44	8.50	8.53	8.55	8.57	8.60	8.63	8.65	8.66	8.67	8.67	8.67	8.67
1.37	0.00	4.33	6.56	7.56	7.95	8.18	8.28	8.33	8.37	8.39	8.41	8.44	8.47	8.49	8.50	8.51	8.51	8.51	8.51
1.38	0.00	4.00	6.33	7.35	7.77	8.01	8.12	8.17	8.21	8.24	8.26	8.28	8.31	8.33	8.35	8.35	8.35	8.35	8.35
1.39	0.00	3.67	6.10	7.17	7.60	7.85	7.96	8.01	8.05	8.08	8.10	8.12	8.16	8.18	8.19	8.20	8.20	8.20	8.20
1.40	0.00	3.33	5.86	6.98	7.44	7.69	7.80	7.86	7.90	7.92	7.94	7.97	8.01	8.02	8.04	8.05	8.05	8.05	8.05
1.41	0.00	3.00	5.66	6.80	7.27	7.53	7.64	7.70	7.74	7.77	7.79	7.82	7.86	7.87	7.89	7.90	7.90	7.90	7.90
1.42	0.00	2.67	5.44	6.62	7.10	7.37	7.49	7.55	7.59	7.62	7.64	7.67	7.71	7.73	7.74	7.75	7.75	7.75	7.75
1.43	0.00	2.33	5.23	6.45	6.94	7.22	7.34	7.40	7.44	7.47	7.50	7.52	7.56	7.58	7.60	7.61	7.61	7.61	7.61
1.44	0.00	2.00	5.01	6.20	6.70	7.07	7.19	7.26	7.30	7.33	7.35	7.38	7.42	7.44	7.46	7.47	7.47	7.47	7.47
1.45	0.00	1.67	4.81	6.10	6.63	6.92	7.04	7.11	7.15	7.18	7.21	7.24	7.28	7.30	7.31	7.33	7.33	7.33	7.33
1.46	0.00	1.33	4.60	5.93	6.47	6.77	6.90	6.97	7.01	7.04	7.07	7.10	7.14	7.16	7.18	7.19	7.19	7.19	7.19
1.47	0.00	1.00	4.39	5.77	6.32	6.63	6.75	6.83	6.87	6.90	6.93	6.96	7.00	7.02	7.04	7.05	7.05	7.05	7.05
1.48	0.00	0.67	4.19	5.60	6.17	6.48	6.61	6.69	6.73	6.77	6.80	6.82	6.86	6.88	6.90	6.91	6.91	6.91	6.91
1.49	0.00	0.33	3.99	5.44	6.02	6.34	6.48	6.55	6.60	6.63	6.65	6.69	6.73	6.75	6.77	6.78	6.78	6.78	6.78

Z <sub>1-α</sub> Z <sub>β</sub>	Ukuran sampel																		
	3	4	5	7	10	13	20	25	30	35	40	50	60	75	100	130	150	200	300
1.50	0.00	3.60	5.28	5.87	6.20	6.34	6.41	6.44	6.46	6.48	6.50	6.52	6.55	6.56	6.57	6.58	6.58	6.58	6.58
1.51	0.00	3.61	5.13	5.73	6.06	6.20	6.28	6.33	6.36	6.39	6.42	6.47	6.49	6.51	6.52	6.53	6.53	6.53	6.53
1.52	0.00	3.62	4.97	5.59	5.93	6.07	6.15	6.20	6.23	6.26	6.29	6.34	6.36	6.38	6.39	6.40	6.40	6.40	6.40
1.53	0.00	3.63	4.82	5.45	5.80	5.94	6.02	6.07	6.11	6.13	6.17	6.21	6.24	6.26	6.27	6.28	6.28	6.28	6.28
1.54	0.00	3.65	4.67	5.31	5.67	5.81	5.89	5.95	5.98	6.03	6.04	6.09	6.11	6.13	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
1.55	0.00	3.67	4.58	5.18	5.54	5.69	5.77	5.82	5.86	5.88	5.92	5.97	5.99	6.01	6.02	6.03	6.03	6.03	6.03
1.56	0.00	3.69	4.50	5.05	5.41	5.56	5.63	5.70	5.74	5.76	5.80	5.85	5.87	5.89	5.90	5.91	5.91	5.91	5.91
1.57	0.00	3.70	4.42	4.98	5.34	5.49	5.54	5.58	5.62	5.64	5.68	5.73	5.75	5.78	5.79	5.79	5.79	5.79	5.79
1.58	0.00	3.72	4.35	4.91	5.27	5.42	5.47	5.51	5.54	5.56	5.60	5.65	5.68	5.70	5.71	5.72	5.72	5.72	5.72
1.59	0.00	3.74	4.28	4.84	5.20	5.35	5.40	5.43	5.46	5.48	5.52	5.57	5.60	5.62	5.63	5.64	5.64	5.64	5.64
1.60	0.00	3.76	4.21	4.77	5.13	5.28	5.33	5.36	5.39	5.41	5.45	5.50	5.53	5.55	5.56	5.57	5.57	5.57	5.57
1.61	0.00	3.78	4.14	4.70	5.06	5.21	5.26	5.29	5.32	5.34	5.38	5.43	5.46	5.48	5.49	5.50	5.50	5.50	5.50
1.62	0.00	3.79	4.07	4.63	4.99	5.14	5.19	5.22	5.25	5.27	5.31	5.36	5.39	5.41	5.42	5.43	5.43	5.43	5.43
1.63	0.00	3.81	3.97	4.53	4.89	5.04	5.09	5.12	5.15	5.17	5.21	5.26	5.29	5.31	5.32	5.33	5.33	5.33	5.33
1.64	0.00	3.82	3.90	4.46	4.82	4.97	5.02	5.05	5.08	5.10	5.14	5.19	5.22	5.24	5.25	5.26	5.26	5.26	5.26
1.65	0.00	3.83	3.83	4.39	4.75	4.90	4.95	4.98	5.01	5.03	5.07	5.12	5.15	5.17	5.18	5.19	5.19	5.19	5.19
1.66	0.00	3.84	3.84	4.40	4.76	4.91	4.96	4.99	5.02	5.04	5.08	5.13	5.16	5.18	5.19	5.20	5.20	5.20	5.20
1.67	0.00	3.85	3.85	4.41	4.77	4.92	4.97	5.00	5.03	5.05	5.09	5.14	5.17	5.19	5.20	5.21	5.21	5.21	5.21
1.68	0.00	3.86	3.86	4.42	4.78	4.93	4.98	5.01	5.04	5.06	5.10	5.15	5.18	5.20	5.21	5.22	5.22	5.22	5.22
1.69	0.00	3.87	3.87	4.43	4.79	4.94	4.99	5.02	5.05	5.07	5.11	5.16	5.19	5.21	5.22	5.23	5.23	5.23	5.23
1.70	0.00	3.88	3.88	4.44	4.80	4.95	5.00	5.03	5.06	5.08	5.12	5.17	5.20	5.22	5.23	5.24	5.24	5.24	5.24
1.71	0.00	3.89	3.89	4.45	4.81	4.96	5.01	5.04	5.07	5.09	5.13	5.18	5.21	5.2					







Lampiran 10. Tabel B-6, MIL-STD-414

**Tabel 11-6. Nilai T untuk Pemeriksaan Ketat (Metode Deviasi Standar) (Tabel B-6, MIL STD 414).**

Huruf Kode Ukuran sampel	Tingkat Kualitas yang dapat Diterima ( dalam persen cacat )														Banyak Kotak
	.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0	15.0	
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	3	4	4	4	5
										4	5	6	7	8	10
										5	6	8	9	11	15
C	*	*	*	*	*	*	*	2	2	3	3	4	4	4	5
								3	4	5	6	7	7	8	10
								5	6	7	8	9	10	11	15
D	*	*	*	*	*	*	2	3	3	3	4	4	4	4	5
							4	4	5	6	6	7	7	8	10
							5	6	7	8	9	10	10	11	15
E	*	*	*	*	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
					4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	10
					5	6	6	7	8	9	9	10	11	11	15
F	*	*	*	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
				4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	10
				6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	11	15
G	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	10
	6	6	6	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	15
H	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	10
	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11	15
I	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	10
	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	15
J	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	10
	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	15
K	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	10
	8	8	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	15
L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	10
	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	15
M	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	10
	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	15
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	10
	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	15
O	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10
	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	15

\* Tidak tersedia perencanaan sampling dalam standar ini untuk huruf kode dan TKT ini.

Lampiran 11. Tabel B-6 (lanjutan), MIL-STD-414

**Tabel 11-6. (Lanjutan)**

Huruf Kode Ukuran sampel	Tingkat Kualitas yang dapat Diterima (dalam persen cacat)													Banyak Kotak	
	.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0		15.0
P	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10
	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	15
Q	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10
	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	15

