

PROJECT 2
PERANCANGAN TEKNIK INDUSTRI

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI

LABORATORIUM TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
2016

PROJECT 2
PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI

I. TUJUAN PRAKTIKUM

Project ini bertujuan agar mahasiswa/praktikan mampu melakukan sampling penerimaan bahan baku untuk menentukan disposisi lot dan mampu membuat serta menginterpretasikan hasil perencanaan pengendalian kualitas dengan metode SPC (*Statistical Process Control*) yang terdiri dari peta kendali (*control chart*) dan *capability analysis*.

praktikan juga mampu mengidentifikasi penyebab terjadinya kecacatan produk dan mampu memberikan usulan untuk perbaikan kualitas produk.

–
–

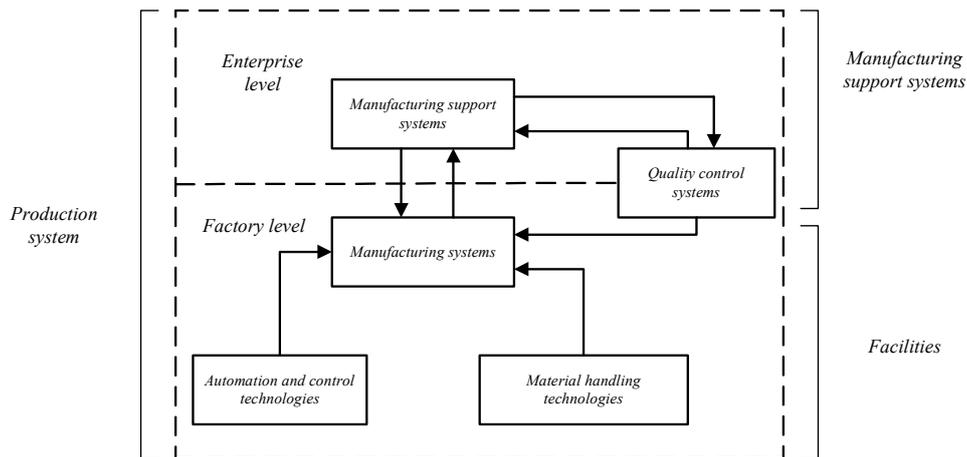
III. DASAR TEORI

A. Pengendalian Produksi

Pada dasarnya aktivitas yang dikerjakan untuk merencanakan dan mengontrol aliran produk di berbagai jenis lantai produksi hampir sama. Setiap supervisor harus menunggu daftar produk atau komponen yang harus dibuat untuk minggu depan. Pekerjaan utama yang harus dilakukan oleh supervisor pada saat itu adalah merencanakan produksi untuk periode minggu depan dan menjamin semua order/pesanan dapat dipenuhi. Faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan perlu diakomodasi, misalnya ketersediaan sumber daya, baik operator maupun mesin, serta kapasitas dari produksi. Kemudian rencana yang telah dibuat (jadwal) dijadikan acuan untuk produksi dan dapat dipastikan akan berubah (*rescheduling*) dalam pelaksanaannya karena beberapa hal yang tidak dapat diprediksikan terjadi, misalnya: permintaan berubah (jumlah, spesifikasi, ataupun *due date*-nya), mesin rusak (*breakdown*), operator sakit, bahan baku habis, kualitas bahan baku tidak sesuai, dan lain-lain.

B. Pengendalian Kualitas Produksi

Posisi sistem pengendalian kualitas di dalam sistem produksi yang lebih besar tersaji di Gambar 1.



Gambar 1. Posisi sistem pengendalian kualitas di dalam kerangka sistem produksi

1. Variasi Proses

Proses produksi apa pun selalu mengandung variabilitas (Montgomery, 2003), dan dapat dibagi ke dalam dua kategori (Groover, 2001: 655): (1) *random* dan (2) *assignable*. Variasi *random* merupakan efek kumulatif dari banyak penyebab tidak terhindarkan yang kecil namun esensial. Variasi *random* tidak dapat dihindari, dan biasanya variabilitas ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti variabilitas inheren di dalam diri operator dari satu siklus operasi ke siklus operasi lainnya, variasi yang terkandung di dalam bahan baku, dan vibrasi mesin (Groover, 2001: 655). Dalam kerangka *statistical quality control*, variabilitas acak ini seringkali juga dinamakan dengan *chance causes of variation* (Montgomery, 2002: 154). Suatu proses yang beroperasi dengan hanya mengandung *random causes of variation* di dalamnya dikatakan sebagai berada dalam situasi terkendali secara statistik (Montgomery, 2002: 154; Groover, 2001: 655).

Jenis variabilitas lainnya mungkin terdapat pada output suatu proses, dan telah terjadi suatu kesalahan pada proses yang bukan disebabkan oleh variabilitas *random*. Variabilitas jenis ini biasanya berasal dari penyebab-penyebab berikut ini: mesin produksi yang disetting secara tidak tepat, kesalahan operator, bahan baku yang cacat atau berkualitas rendah, kegagalan *tool*, dan dan malfungsi peralatan di dalam proses produksi (Groover, 2001: 656; Montgomery, 2002: 155). Sumber variabilitas jenis ini dinamakan *assignable causes of variation* (Groover, 2001: 656; Montgomery, 2002: 155), dan proses yang beroperasi dengan adanya jenis penyebab variasi ini di dalamnya dinamakan sebagai proses yang berada dalam kondisi tidak terkendali (Groover, 2001: 656; Montgomery, 2002: 155).

2. Sampling Penerimaan

Sampling penerimaan berkaitan dengan pemeriksaan dan pengambilan keputusan mengenai produk (Montgomery, 2013: 650). Aplikasi tipikal dari sampling penerimaan adalah: perusahaan menerima kiriman barang (seringkali berupa komponen atau bahan mentah yang digunakan di dalam proses manufaktur perusahaan ybs.) dari vendor. Dari lot barang diambil sampel, kemudian dilakukan inspeksi terhadap sampel tersebut dalam kaitannya dengan (beberapa) karakteristik kualitas barang. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari inspeksi terhadap sampel tersebut, diambil keputusan berkenaan dengan disposisi lot (menerima atau menolak lot).

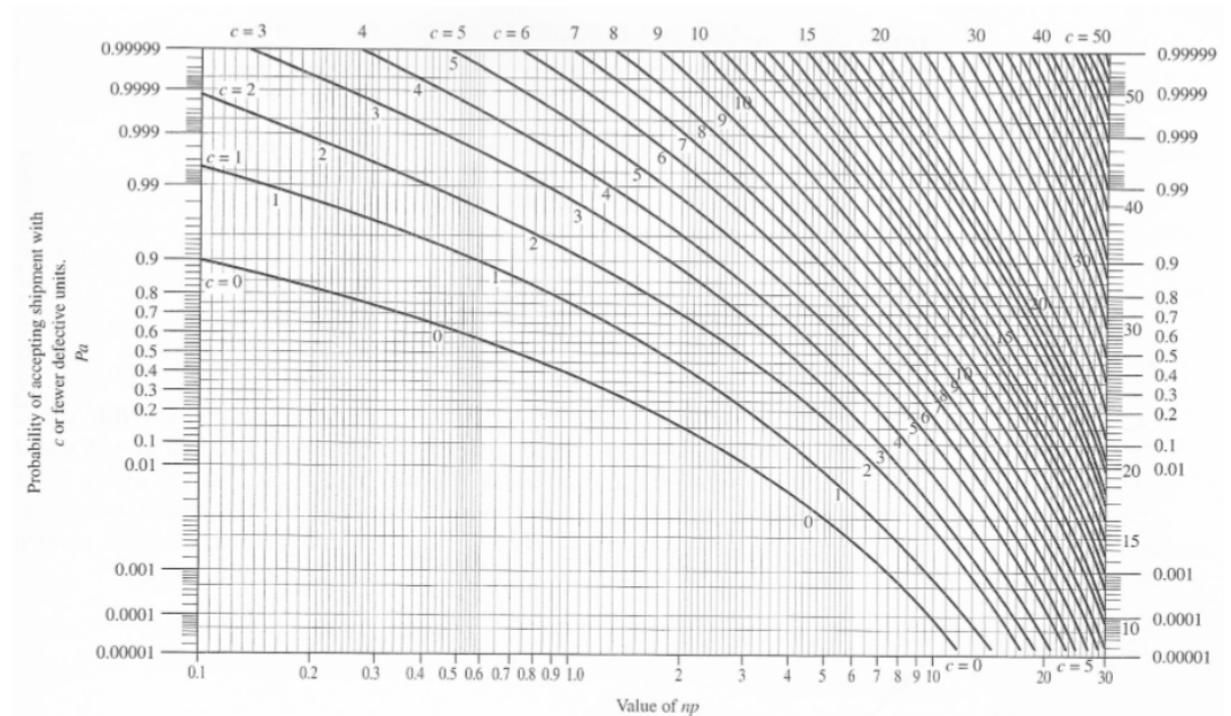
Perencanaan Sampling Tunggal

Andaikan suatu lot berukuran N akan diperiksa. Perencanaan Sampling tunggal didefinisikan sebagai ukuran sampel n dan bilangan penerimaan c (Montgomery, 2013: 655). Andaikan terdapat $N = 10.000$ dengan perencanaan sampling $n = 89$ dan $c = 2$.

Ini berarti dari lot yang berukuran 10.000 diambil suatu sampel acak dengan $n = 89$ unit untuk diperiksa dan diamati jumlah unit yang tidak sesuai (cacat) yang dinyatakan dalam d . Jika terdapat $d \leq (c = 2)$ maka lot *diterima*, namun jika terdapat $d > 2$ maka lot akan *ditolak*.

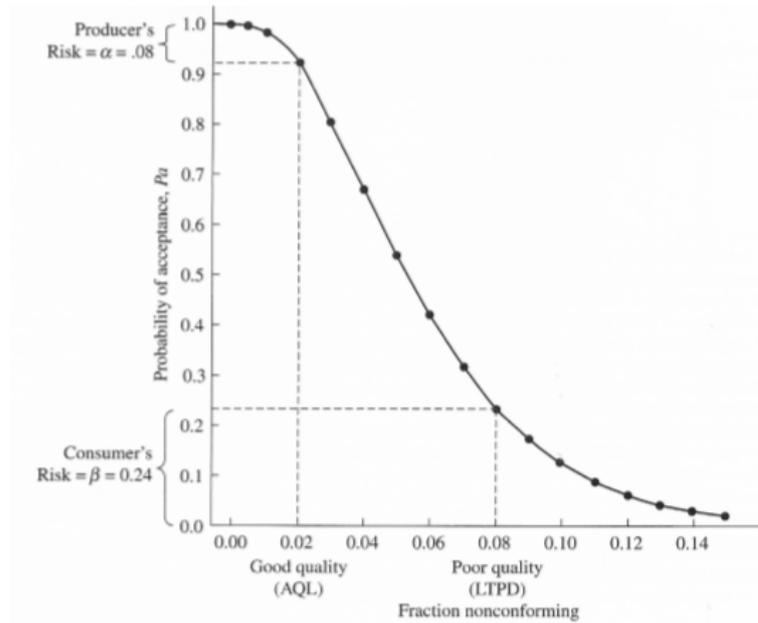
Kurva Karakteristik Operasi

Kurva KO adalah kurva yang digunakan untuk menggambarkan perencanaan sampling penerimaan. Ada dua cara untuk membangun kurva KO yaitu menggunakan distribusi binomial dan distribusi Poisson. Untuk mempermudah, kita menggunakan distribusi Poisson. Menggunakan ukuran sampel n dan rata-rata prosentase produk cacat p , kita dapat mengembangkan kurva KO menggunakan pendekatan Poisson dari distribusi binomial (Thomas, 2007: 306).



Gambar 2. Kurva Probabilitas Untuk Distribusi Poisson

Langkah-langkah dalam menggunakan Gambar 2. untuk mengembangkan kurva KO adalah: pilih nilai p untuk prosentase jumlah produk cacat dalam paket kiriman; kalikan nilai-nilai dari np (dimana n adalah ukuran sampel); dengan menggunakan nilai-nilai np , lihat Gambar 2. untuk menemukan nilai P_a (probabilitas penerimaan); gambar kurva KO. Contoh penerapannya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva KO untuk perencanaan sampling $N=200$, $n=50$, $c=2$

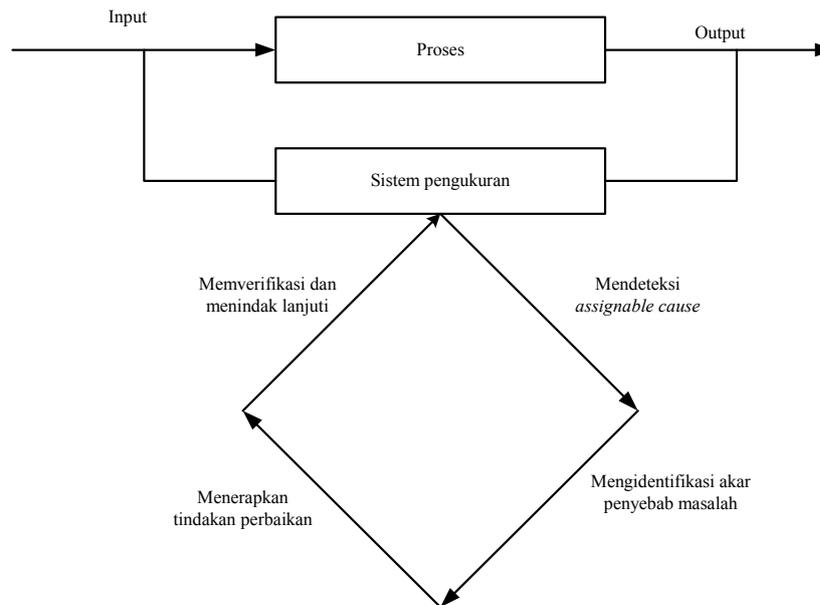
3. Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat untuk menguraikan secara persis apakah yang dimaksudkan dengan pengendalian statistik, dan terutama digunakan untuk pengendalian kualitas secara *on-line* (Montgomery, 2002: 159). Dalam hal ini, sekumpulan data dikumpulkan dan digunakan untuk membuat peta kendali, dan jika nilai (-nilai) sampel tertentu, misalkan nilai \bar{x} , berada di dalam batas kendali dan tidak memiliki pola sistematis, maka proses dikatakan terkendali pada level sebagaimana ditunjukkan oleh peta.

Kegunaan paling penting peta kendali adalah untuk memperbaiki proses. Secara umum, didapati bahwa:

1. Sebagian besar proses tidak beroperasi dalam kondisi terkendali secara statistik; dan
2. Sebagai konsekuensinya, penggunaan peta kendali secara rutin akan mengidentifikasi *assignable causes of variation*. Jika *causes* tersebut dapat dihilangkan dari proses, maka variabilitas proses akan berkurang dan proses akan membaik.

Aktivitas perbaikan proses tersebut dapat digambarkan secara skematis sebagaimana tersaji di Gambar 4.



Gambar 4. Perbaikan proses dengan menggunakan peta kendali

Peta kendali, berdasarkan jenis karakteristik kualitas produk yang hendak dikendalikan, dibedakan menjadi dua jenis (Groover, 2001: 659): peta kendali atribut dan peta kendali variabel.

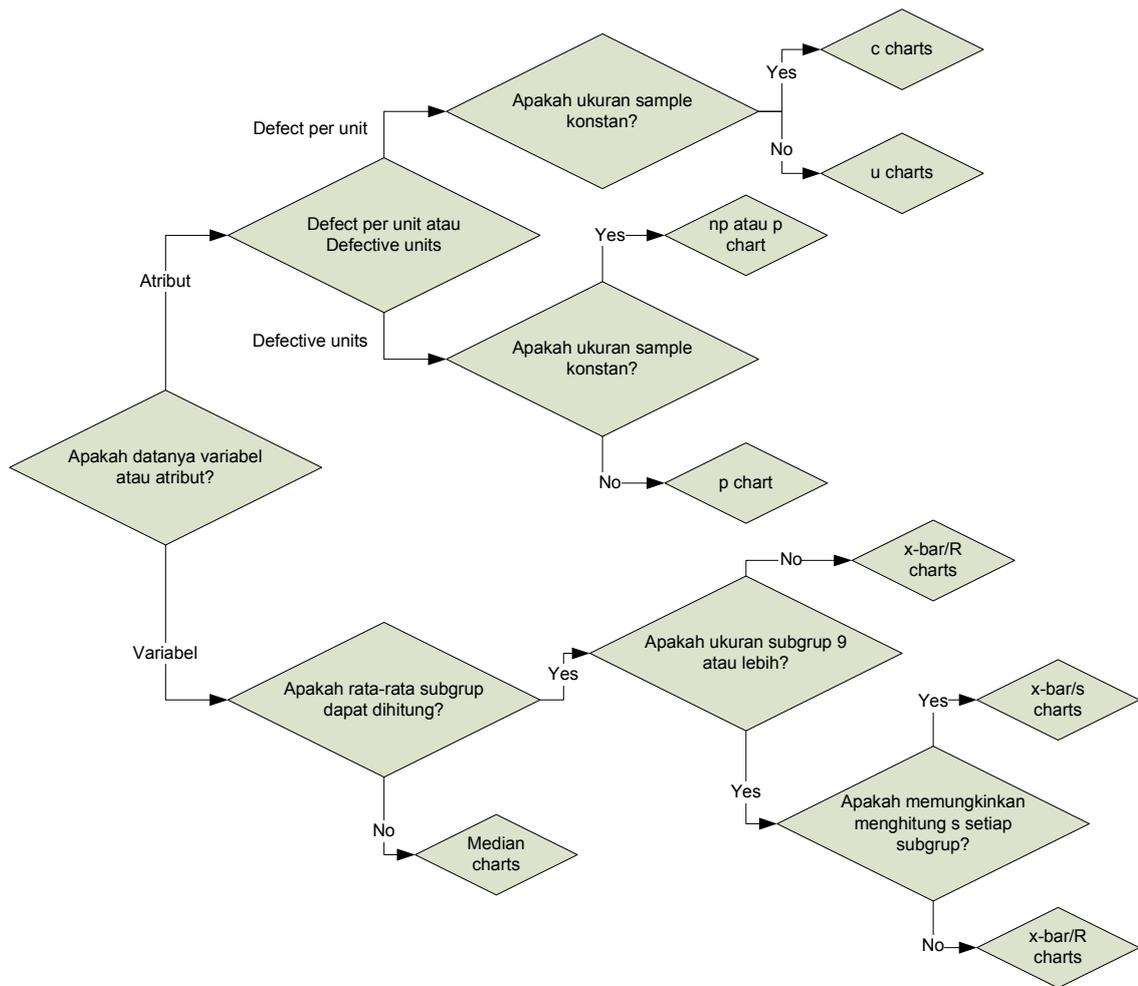
Peta kendali variabel

Peta kendali variabel digunakan untuk karakteristik kualitas berjenis variabel, yaitu karakteristik kualitas yang diukur pada skala numerik. Contoh karakteristik jenis ini mencakup dimensi seperti panjang atau lebar, suhu, dan volume. Peta kendali \bar{x} dan R dan peta kendali \bar{x} dan S termasuk ke dalam peta kendali jenis ini (lihat Montgomery, 2002, bab 5: *Control Charts for Variables*, pp. 206 – 282; Iriawan dan Astuti, 2006, subbab 7.3: *Membuat Peta Kendali Variabel*, pp. 326 – 332).

Peta kendali atribut

Peta kendali atribut memerlukan penentuan apakah sebuah *part* cacat atau tidak atau berapakah banyaknya cacat yang terdapat di dalam sampel. Beberapa peta kendali jenis ini adalah peta kendali p , peta kendali c , peta kendali u , peta kendali np , dan sebagainya (Montgomery, 2002, bab 6: *Control Charts for Attributes*, pp. 283 – 348; Iriawan dan Astuti, 2006, subbab 7.2: *Membuat Peta Kendali Atribut*, pp. 323 – 326).

Untuk melihat lebih jelas peta kendali manakah yang cocok digunakan pada situasi tertentu, lihat Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Proses untuk memilih peta kendali yang tepat

Sedangkan upaya perbaikan proses, dikaitkan dengan kemampuan proses maupun terkendali-tidaknya proses secara statistik, dapat ditempuh dengan, di antaranya, berpedoman pada bagan berikut.

		Apakah kemampuan proses baik?	
		Ya	Tidak
Apakah proses terkendali?	Ya	SPC	SPC Desain eksperimen Meninjau ulang spesifikasi Mengubah proses
	Tidak	SPC	SPC Desain eksperimen Meninjau ulang spesifikasi Mengubah proses

Interpretasi Pola pada Peta Kendali

Data terkait dengan proses tertentu, setelah dikenai peta kendali, akan memiliki pola yang tertentu pula. Berikut adalah pola yang menunjukkan bahwa

proses yang sedang ditelaah dengan menggunakan peta kendali berada dalam kondisi tidak terkendali (Montgomery, 2002: 172 – 175; Iriawan dan Astuti, 316 – 317):

1. Satu titik jatuh di luar batas kendali 3σ ;
2. Sembilan titik secara berurutan jatuh di sisi yang sama dari garis tengah (*mean*);
3. Enam titik secara berurutan terus menunjukkan *trend* naik (atau turun);
4. Empat belas titik secara bergantian menunjukkan pola naik-turun;
5. Dua dari tiga titik jatuh di luar batas kendali 2σ ;
6. Empat dari lima titik jatuh di luar batas kendali 1σ ;
7. Lima belas titik berada dalam batas kendali 1σ ; dan
8. Delapan titik secara berurutan jatuh di luar batas kendali 1σ .

4. Analisis Kemampuan Proses

Teknik-teknik statistik akan sangat membantu selama berlangsungnya siklus produk - termasuk aktivitas pengembangan sebelum dilakukannya proses manufaktur - di dalam mengkuantifikasikan variabilitas proses, di dalam menganalisis variabilitas tersebut relatif terhadap syarat-syarat atau spesifikasi produk, dan di dalam membantu pengembangan dan manufaktur di dalam menghilangkan atau mengurangi variabilitas ini. Aktivitas umum ini dinamakan dengan analisis kemampuan proses (*process capability analysis*, PCA).

Analisis kemampuan proses merujuk pada keseragaman proses. Variabilitas di dalam proses merupakan ukuran keseragaman output. Dalam hal ini terdapat dua cara berpikir tentang variabilitas:

1. Variabilitas natural pada waktu tertentu; dan
2. Variabilitas dari waktu ke waktu

Analisis kemampuan proses merupakan salah satu bagian penting di dalam program perbaikan kualitas keseluruhan, dengan kegunaan utama sebagai berikut (Montgomery, 2002: 351 – 352):

1. Memperkirakan seberapa baik proses yang diamati mampu memenuhi syarat toleransi yang diinginkan;
2. Membantu product developers/ designers di dalam memilih atau memodifikasi sebuah proses;
3. Membantu menetapkan suatu interval antar sampel untuk keperluan memonitor proses;
4. Menentukan syarat-syarat kinerja untuk peralatan baru;
5. Memilih *vendor*;
6. Merencanakan urutan proses produksi di mana di dalamnya terdapat efek interaktif dari proses terhadap toleransi; dan
7. Mengurangi variabilitas proses manufaktur

Analisis kemampuan proses dapat dilakukan dengan histogram, *probability plotting*, atau menggunakan *process capability ratio* (rasio kemampuan proses).

Rasio kemampuan proses yang setangkup:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Rasio kemampuan proses yang setangkup dengan standar deviasi proses, σ , tidak diketahui:

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}, \hat{\sigma} \approx S \text{ atau } \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ (pada kasus peta kendali variabel)}$$

Rasio kemampuan proses yang tidak setangkup:

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$
$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl})$$

Nilai estimasi \hat{C}_{pu} dan \hat{C}_{pl} diperoleh dengan mengganti μ dan σ pada rumus di atas dengan nilai estimasinya.

Dalam hal ini, keterangan notasi di tiap-tiap rumus adalah sebagai berikut:

C_p = nilai rasio kemampuan proses yang setangkup

C_{pk} = nilai rasio kemampuan proses yang tidak setangkup

C_{pu}, C_{pl} = nilai atas dan bawah rasio kemampuan proses yang tidak setangkup

USL = batas spesifikasi atas

LSL = batas spesifikasi bawah

σ = nilai standar deviasi proses

μ = nilai rata-rata proses

Rumus-rumus rasio kemampuan proses tersebut di atas dapat digunakan bila asumsi berikut ini dipenuhi:

1. Karakteristik kualitas yang menjadi pokok bahasan berdistribusi normal;
2. Proses dalam keadaan terkendali secara statistik

5. Tool Pemecahan Masalah Lainnya

Meskipun peta kendali merupakan *tool* pemecahan masalah dan perbaikan proses yang *powerful*, *power*-nya akan lebih meningkat bila diintegrasikan ke dalam program SPC keseluruhan, di mana di dalamnya terdapat *tool* pemecahan masalah dan perbaikan proses lainnya (Montgomery, 2002: 177). Dua dari enam *tool* tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

Diagram Tulang Ikan

Diagram tulang ikan menunjukkan keterkaitan antar-kejadian (Mears, 1995: 52), yaitu antara penyebab suatu cacat atau kesalahan dengan cacat atau kesalahan tersebut (Montgomery, 2002: 181). Langkah-langkah pembuatan diagram tulang ikan adalah sebagai berikut (Montgomery, 2002: 181; Mears, 1995: 53):

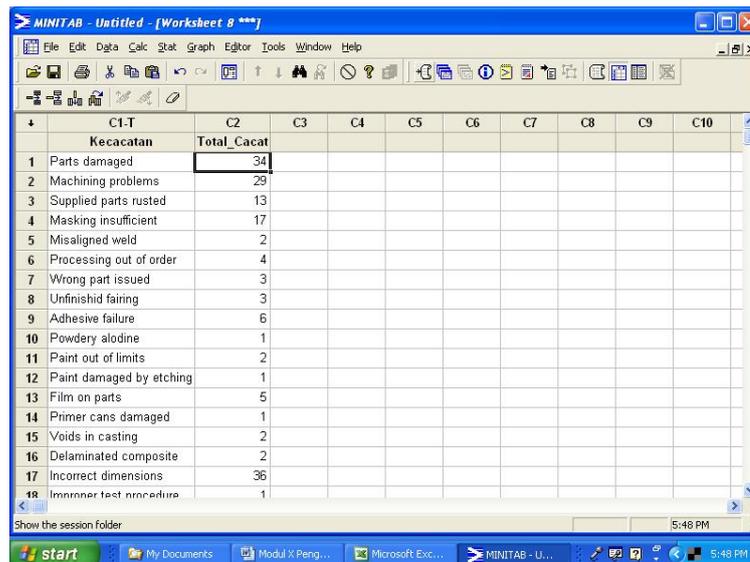
1. Definisikan masalah atau cacat atau kesalahan yang ingin dianalisis.
2. Bentuk tim untuk melakukan analisis. Seringkali tim ini mendapatkan penyebab-penyebab potensial dari masalah pada butir 1 melalui *brainstorming*.
3. Buat gambar kotak masalah/ kecacatan/ kesalahan dan garis tengahnya.
4. Tentukan kategori penyebab potensial yang utama dan gabungkan kategori-kategori tersebut sebagai kotak yang terhubung dengan garis tengah.
5. Identifikasikan kemungkinan-kemungkinan penyebab dengan bertanya, “apakah yang menyebabkan hal ini?” dan “mengapa penyebab tersebut eksis?” dan klasifikasikan penyebab-penyebab ke dalam kategori pada butir 4. Lakukan hal yang sama sebanyak lima kali atau lebih, sehingga diperoleh penyebab-penyebab yang cukup spesifik untuk dikenai tindakan perbaikan. Jika diperlukan, buat kategori baru.
6. Akar penyebab terjadinya masalah adalah tulang paling akhir di dalam diagram tulang ikan.
7. Buat urutan ranking dari penyebab-penyebab tersebut untuk menemukan penyebab-penyebab yang paling memiliki peluang menjadi penyebab sesungguhnya terhadap timbulnya kecacatan/ masalah.
8. Lakukan tindakan perbaikan.

Diagram Pareto

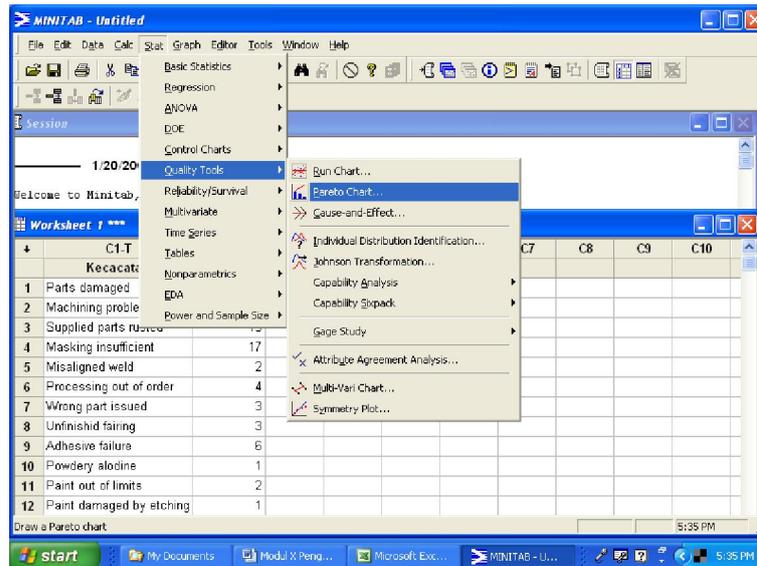
Secara sederhana, diagram Pareto merupakan distribusi frekuensi dari data atribut yang disusun berdasarkan kategori. Sebagai ilustrasi, berikut adalah *check sheet* data kecacatan tank, nomor part TAX-41 (Montgomery, 2002: 178).

kecacatan	1988												1989					Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
Parts damaged		1		3	1	2		1		10	3		2	2	7	2		34
Machining problems			3	3				1	8		3		8	3				29
Supplied parts rusted			1	1		2	9											13
Masking insufficient		3	6	4	3	1												17
Misaligned weld	2																	2
Processing out of order	2															2		4
Wrong part issued		1						2										3
Unfinishid fairing			3															3
Adhesive failure				1							1		2			1	1	6
Powdery alodine					1													1
Paint out of limits						1								1				2
Paint damaged by etching			1															1
Film on parts						3		1	1									5
Primer cans damaged								1										1
Voids in casting									1	1								2
Delaminated composite										2								2
Incorrect dimensions											13	7	13	1		1	1	36
Improper test procedure										1								1
Salt-spray failure													4					4
Total	4	5	14	12	5	9	9	6	10	14	20	7	29	7	7	6	2	166

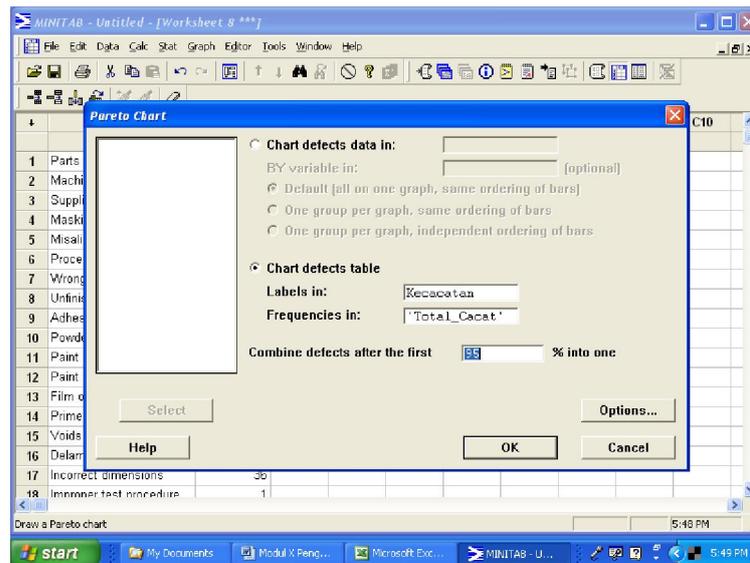
Dengan menggunakan Minitab 14:
Input data di atas menjadi berikut:



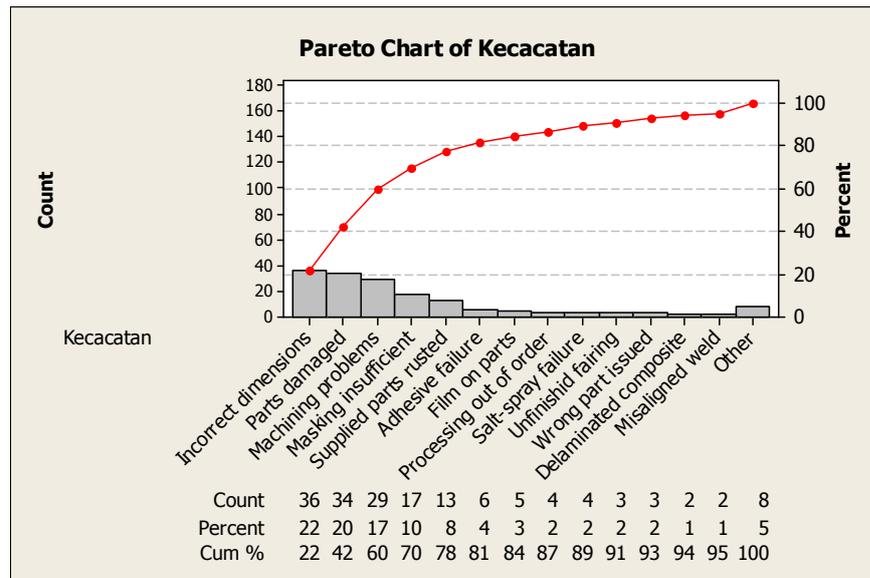
Masuk Stat > Quality Tools > Pareto Chart, sebagai berikut:



Dalam *dialog box*, pilih **Chart defects table**. Kemudian masukkan variabel **Kecacatan** ke dalam **Labels in** dan variabel **Total_Cacat** ke dalam **Frequencies in**.



Klik **OK**, hasilnya adalah sebagai berikut:



IV. REFERENSI

- [1] Besterfield, Dale H, Besterfield-Michna, Carol, Besterfield, Glen H., dan Besterfield-Sacre, Mary. 2003. *Total Quality Management*. 3rd Ed. Pearson Education, Inc., New Jersey.
- [2] Iriawan, Nur dan Astuti, Septin Puji. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab*. ANDI Offset, Yogyakarta.
- [3] Mears, Peter, 1995. *Quality Improvement Tools & Techniques*. McGraw-Hill, Inc.
- [4] Montgomery, Douglas C., 2002. *Introduction to Statistical Quality Control*. 4th Ed. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd., Singapore.
- [5] Montgomery, Douglas C., 2013. *Statistical Quality Control; A Modern Introduction*. 7th Ed. John Wiley & Sons Singapore Pte Ltd.
- [6] Thomas, Foster, 2007. *Managing Quality – Integrating the Supply Chain*, Prentice Hall.