

# ANALISIS KEMAMPUAN PROSES

## (Bagian 1)

*Tin Solihin, MSc.*

### PENGANTAR

Sebagaimana biasanya, segala sesuatu memiliki keterbatasan dalam kemampuan. Manusia, mesin ataupun binatang, semua mempunyai keterbatasan. Seseorang mampu membuat gambar yang bagus, tetapi yang lain tidak. Atau orang lain mampu bernyanyi dengan merdu, sedangkan temannya tidak, tetapi ia mampu memecahkan persoalan matematik yang rumit. Manusia mempunyai kemampuan hasil kombinasi dari bakat, belajar dan berlatih. Berbakat tanpa belajar dan berlatih, biasanya sulit berkembang. Belajar dan berlatih tanpa bakat, juga tidak akan mencapai prestasi yang menonjol.

Bagaimana dengan mesin atau peralatan? Sama saja, semua mempunyai keterbatasan. Mesin mobil yang ini mampu membuat mobil lari 100 km per jam. Keterbatasan mesin bukan berasal dari bakat, tetapi desainnya. Demikian juga sebuah proses, proses produksi misalnya. Proses merupakan kombinasi atau gabungan dari beberapa mesin atau peralatan dengan manusia, ditambah persyaratan-persyaratan lain yang diperlukan, seperti temperatur, tekanan, dan lain-lain, sehingga terjadilah suatu sistem. Sistem juga memiliki keterbatasan kemampuan, keterbatasan yang dihasilkan dari masing-masing komponen yang juga mempunyai keterbatasan. Namun yang menarik bagi kita dalam proses operasi sehari-hari adalah bagaimana kita mengukur kemampuan proses tersebut?

### KEMAMPUAN PROSES

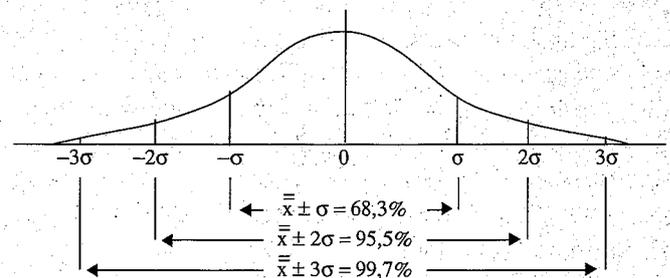
Kemampuan proses perlu diukur. Tanpa mengukur kemampuan proses, kita tidak dapat menentukan pekerjaan apa yang akan mampu dilakukan proses itu dengan baik? Hasilnya banyak terjadi kegagalan, hasil proses tidak memenuhi kriteria yang diinginkan. Semua ini disebabkan karena kita menggunakan proses untuk memproses sesuatu yang di luar batas kemampuannya. Agar hal ini tidak terjadi, kita harus mampu mengukur kemampuan proses.

Sebuah proses mempunyai variabilitas masing-masing. Variabilitas adalah suatu perubahan yang terjadi karena

adanya perubahan intern dalam proses. Bila proses dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang relatif panjang dan repetitif, maka sifatnya akan mendekati distribusi normal. Karenanya kita dapat menggunakan sifat distribusi normal untuk menganalisisnya.

Distribusi normal mempunyai rata-rata (*mean*) yang ditulis dengan simbol  $\mu$  dan deviasi standar yang ditulis dengan simbol  $\sigma$ . Luas kurva distribusi normal (peluang terjadi) yang dibatasi  $+\sigma$  dan  $-\sigma$  dari harga rata-ratanya adalah 0,683 berarti peluang proses untuk menghasilkan hasil produksi dengan ukuran demikian adalah 68,3%. Sedang luas kurva distribusi normal yang dibatasi  $+2\sigma$  dan  $-2\sigma$  dari harga rata-rata adalah 0,955. Ini berarti proses hasil produksi dengan ukuran yang berada dalam daerah ini adalah 95,5%. Bila kita lanjutkan dengan mengambil daerah yang dibatasi  $+3\sigma$  dan  $-3\sigma$  akan didapat bahwa luas daerah ini adalah 0,997 atau 99,7%.

### Distribusi Normal



Dalam praktek sehari-hari, 99,7% sudah dianggap 100%, dengan catatan kita telah melakukan kesalahan (karena pembulatan) sebesar 0,3% atau lebih tepat lagi sebenarnya 0,27%. Jadi dengan menggunakan batas  $\rho 3\sigma$  kita dapat mengatakan bahwa semua hasil yang diperoleh proses tersebut akan berada dalam wilayah ini. Selama proses berjalan normal, tidak akan ada hasil yang keluar dari batas  $\rho 3\sigma$ . Daerah ini disebut daerah kemampuan proses. Bila pada suatu ketika ternyata ada titik hasil

Tabel 1.

Tabel A<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, dan D<sub>4</sub>.

n	A <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	n	A <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	1.881	0	3.267	7	0.4193	0.076	1.924
3	1.023	0	2.575	8	0.3726	0.136	1.864
4	0.7285	0	2.282	9	0.3367	0.184	1.816
5	0.5678	0	2.115	10	0.3082	0.223	1.777
6	0.4833	0	1.924	11	0.2851	0.256	1.744

pengukuran proses yang keluar dari batas  $\rho 3\sigma$ , ini berarti ada gangguan pada proses, tindakan koreksi harus segera dilakukan agar tidak terjadi produk-produk yang gagal. Bagan yang menggambarkan kemampuan proses ini dinamakan Process Control Chart (Bagan Kendali Proses), dan batas-batasnya dinamakan UCL (Upper Control Limit, Batas Kendali Atas) dan LCL (Lower Control Limit, Batas Kendali Bawah).

Untuk memudahkan para praktisi, terutama dalam perhitungan standar deviasi bila sampelnya cukup banyak, para ahli membuat tabel konversi. Rumus  $\mu \rho 3\sigma$  diubah menjadi  $\bar{x} \rho A_2 R$  dengan  $A_2$  dilihat dari tabel dan  $R$  adalah rata-rata *range* (*range* adalah selisih nilai terbesar dengan nilai terkecil dari tiap subgrup). Untuk jelasnya perhatikan contoh terlampir.

Sekarang rumus kemampuan proses dibatasi oleh  $A_2 \bar{R}$ , yang lebih mudah dicari daripada harus menggunakan perhitungan  $3\sigma A_2$  dapat dibaca dari Tabel 1.

$\bar{x}$  chart adalah bagan dari rata-rata sampel  $\bar{x}$ . Rata-rata yang baik belum menjamin masing-masing individu baik, oleh karena itu bagan ini selalu harus didampingi bagan  $R$  yang merupakan selisih angka terbesar dan terkecil tiap sampel. Selisih yang besar, menunjukkan bahwa proses sangat tidak stabil, meskipun rata-ratanya baik. Jadi sebuah proses yang baik adalah proses yang memenuhi syarat bahwa kedua bagan adalah baik. Proses yang baik, biasa disebut terkontrol. Proses yang terkontrol (hasilnya dapat diprediksi) masih bisa kita tingkatkan lagi. Proses yang tidak terkontrol, harus dibuat menjadi terkontrol dulu sebelum kita tingkatkan.

Setelah batas-batas bagan kita dapatkan, maka hasil pengukuran tiap sampel, rata-rata  $\bar{x}$  dan *range*-nya  $R$  kita isikan pada bagan. Bila ternyata semua berada dalam batas-batas UCL dan LCL, proses dikatakan terkontrol. Bila tidak demikian proses disebut tidak terkontrol, perlu perbaikan sebelum proses dilanjutkan, karena proses akan menghasilkan banyak reject.

Untuk membuat Bagan  $R$  dipergunakan rumus:

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

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

## KEMAMPUAN PROSES DAN PERMINTAAN PASAR

Kemampuan proses menunjukkan kemampuan bagian operasi untuk memproduksi produk dengan variasi tertentu. Misalnya dalam contoh pada lampiran,  $3\sigma$  nya sebesar 0,13 sedangkan toleransi spesifikasi (toleransi yang dijanjikan kepada customer) adalah 10% dari 3% atau 0,3%. Bila kita bandingkan toleransi terhadap kemampuan proses, kita akan mendapat :

$$0,3 : 0,13 = 2,31$$

2,31 ini dinamakan *indeks kemampuan proses dan ditulis Cp*. Makin tinggi indeks kemampuan proses, makin baik proses tersebut. Berarti kemampuan proses lebih baik dari toleransi spesifikasi yang dijanjikan kepada customer.

$Cp < 1$ , kemampuan proses lebih buruk dari toleransi spesifikasi, produk akan banyak ditolak customer.

$Cp = 1$ , kemampuan proses tepat sama dengan toleransi spesifikasi yang dijanjikan, ini sangat riskan, karena dalam praktek selalu terjadi pergeseran pada proses.

$Cp > 1$ , kemampuan proses lebih baik daripada toleransi spesifikasi yang dijanjikan, produk akan diterima customer.

$Cp = 2$ , berarti toleransi spesifikasi dua kali dari  $3\sigma$  atau sama dengan  $6\sigma$ . Kualitas produk yang dihasilkan disebut pula kualitas 6 sigma. Kualitas 6 sigma atau lebih hingga saat ini dianggap memenuhi syarat untuk disebut *world class manufacturing*.

Yang perlu mendapat perhatian adalah, toleransi spesifikasi produk yang dijanjikan harus mampu bersaing di pasar. Makin kecil toleransi tersebut makin tinggi daya saingnya, karena produk lebih stabil. Oleh karena itu  $Cp$  hanya boleh diperbesar bukan dengan memperbesar toleransinya tetapi dengan memperkecil variabilitas pada proses. Berarti memperkecil  $\sigma$  proses, dan berarti pula meningkatkan kemampuan proses.

## SITUASI DI INDONESIA

Situasi di Indonesia saat ini sangat memprihatinkan, perusahaan manufaktur yang menggunakan Proses Control Chart masih bisa dihitung dengan jari. Bila ada yang menyatakan bahwa mereka telah menggunakan Process Control Chart, sering hanya sebuah grafik dengan diberi batas toleransi dari spesifikasi. Grafik demikian bukan Process Control Chart, karena tidak ada hubungannya sama sekali dengan proses. Grafik ini hanya menggambarkan hasil inspeksi akhir (Lihat gambar).

Masih agak lama rasanya untuk para manajer kita dapat menerima dan menghayati manfaat Process Control Chart.

meskipun Peter Drucker sendiri berpendapat Process Control Chart merupakan salah satu ciri dalam pabrik masa depan (Peter Drucker, *Factory for the Future*), karena sifatnya yang preventif bukan kuratif. Process Capability Index Cp lebih jauh lagi, parameter yang dapat dipergunakan untuk memprediksi banyaknya defective dalam proses dan menunjukkan tingkat kualitas yang dapat dicapai, hampir tidak dikenal di dalam praktek.

\_\_\_\_\_ UCL  
 ----- Batas toleransi atas  
 \_\_\_\_\_ Ukuran yang diinginkan  $X = \bar{x}$   
 ----- Batas toleransi bawah  
 \_\_\_\_\_ LCL

a.  $C_p < 1$ , kemampuan proses lebih buruk dari toleransi yang dijanjikan

\_\_\_\_\_ UCL= Batas toleransi atas  
 \_\_\_\_\_ Ukuran yang diinginkan  $X = \bar{x}$   
 \_\_\_\_\_ LCL= Batas toleransi bawah

b.  $C_p = 1$ , kemampuan proses sama dengan toleransi yang dijanjikan

----- Batas toleransi atas  
 \_\_\_\_\_ UCL  
 \_\_\_\_\_ Ukuran yang diinginkan  $X = \bar{x}$   
 \_\_\_\_\_ LCL  
 ----- Batas toleransi bawah

c.  $C_p > 1$ , kemampuan proses lebih baik dari toleransi yang dijanjikan

### KESIMPULAN

Globalisasi sudah di ambang pintu, persaingan akan semakin ketat. Kualitas adalah salah satu senjata yang ampuh dalam persaingan. Agar kualitas terjamin, kualitas harus direncanakan, dikendalikan dan ditingkatkan. Tidak bisa lagi kita membiarkan kualitas terjadi dengan sendirinya di dalam proses. Bila tidak, tingkat kegagalan akan terlalu tinggi, biaya akan membengkak, nama akan jatuh. Kalahlah kita dalam persaingan. Untuk menuju ke arah itu, pembuatan Process Control Chart tidak dapat diabaikan, Cp harus direncanakan dan dihitung.

### LAMPIRAN

Contoh soal mengukur kemampuan sebuah proses:

Z Chemical Company memproduksi sebuah larutan dengan kandungan alkohol 3% dengan toleransi  $\pm 0.3\%$ . Pengujian dilakukan tiap dua jam dengan sampel yang berukuran 5 (setiap sampel terdiri dari lima pengukuran). Hasil dari 25 sampel pertama adalah seperti di bawah ini. Buatlah Process Control Chart-nya dan hitung Process Capability Index-nya.

### SOAL Z CHEMICAL COY

% alcohol

Sample	1	2	3	4	5
1	2,9	2,8	3,0	2,8	3,1
2	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0
3	3,0	3,1	3,1	3,1	2,9
4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
5	2,9	3,0	3,1	2,9	3,1
6	2,8	2,9	2,9	2,9	2,8
7	3,2	2,9	2,8	3,1	3,0
8	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9
9	3,0	2,9	2,9	3,0	3,0
10	3,0	3,0	2,9	3,0	3,3
11	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0
12	3,2	3,0	3,0	3,0	2,6
13	2,9	2,9	3,0	3,1	3,0
14	3,0	2,8	3,0	2,7	2,8
15	3,0	3,1	3,0	3,1	3,2
16	3,0	3,1	3,0	3,1	3,2
17	3,0	2,9	3,0	3,0	3,0
18	3,0	3,1	2,9	3,0	3,0
19	3,1	3,2	3,1	3,0	3,2
20	2,9	2,9	3,1	3,2	3,0
21	3,0	3,2	2,8	3,1	3,1
22	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9
23	2,9	3,1	3,0	3,1	3,0
24	3,1	3,0	3,0	2,9	3,0
25	3,0	2,9	3,2	3,0	3,0

### JAWABAN SOAL Z CHEMICAL COY

% alcohol

SAMPLE	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	R
1	2,9	2,8	3,0	2,8	3,1	2,92	0,30
2	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	2,98	0,10
3	3,0	3,1	3,1	3,1	2,9	3,04	0,20
4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,00	0,00
5	2,9	3,0	3,1	2,9	3,1	3,00	0,20
6	2,8	2,9	2,9	2,9	2,8	2,86	0,10
7	3,2	2,9	2,8	3,1	3,0	3,00	0,40
8	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9	2,94	0,10
9	3,0	2,9	2,9	3,0	3,0	2,96	0,10
10	3,0	3,0	2,9	3,0	3,3	3,04	0,40
11	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	2,96	0,10
12	3,2	3,0	3,0	3,0	2,6	2,96	0,60
13	2,9	2,9	3,0	3,1	3,0	2,98	0,20
14	3,0	2,8	3,0	2,7	2,8	2,86	0,30
15	3,0	3,1	3,2	3,0	3,1	3,08	0,20
16	3,0	3,1	3,0	3,1	3,2	3,08	0,20
17	3,0	2,9	3,0	3,0	3,0	2,98	0,10
18	3,0	3,1	2,9	3,0	3,0	3,00	0,20
19	3,1	3,2	3,1	3,0	3,2	3,12	0,20
20	2,9	2,9	3,1	3,2	3,0	3,02	0,30
21	3,0	3,2	2,8	3,1	3,1	3,04	0,40
22	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9	2,94	0,10
23	2,9	3,1	3,0	3,1	3,0	3,02	0,20
24	3,1	3,0	3,0	2,9	3,0	3,00	0,20
25	3,0	2,9	3,2	3,0	3,0	3,02	0,30

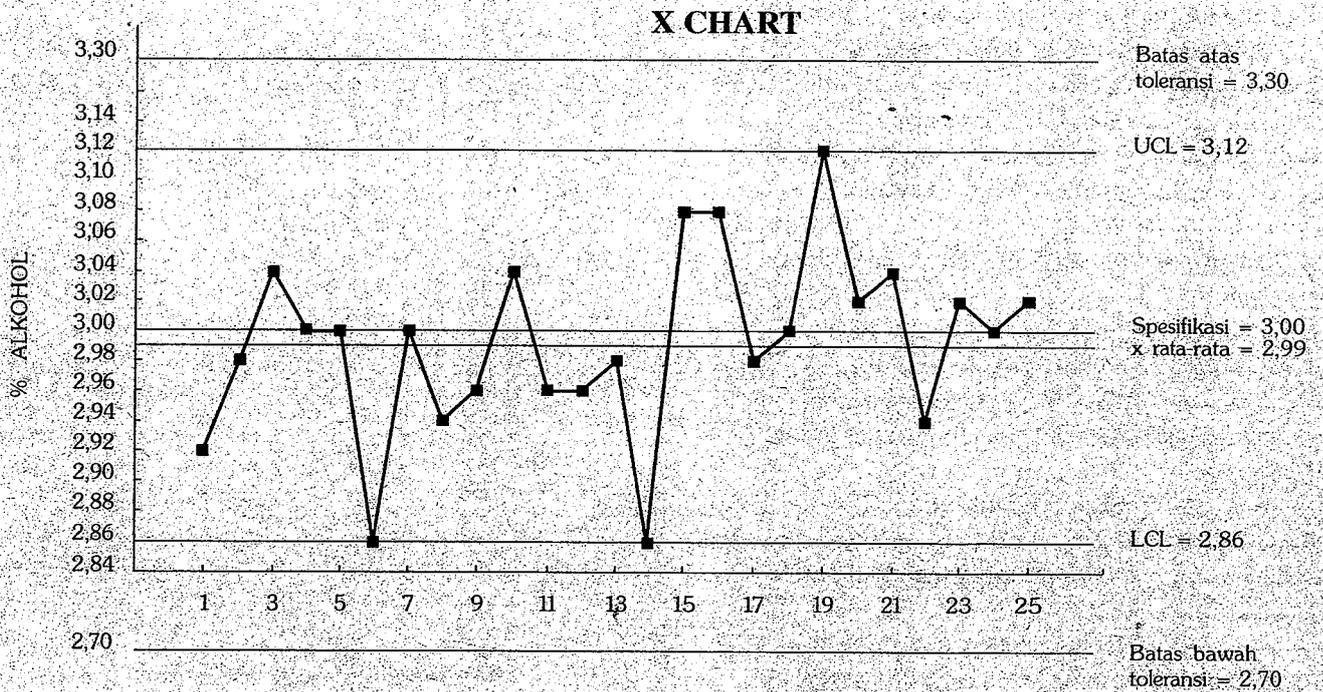
Jumlah 74,80 5,50

Rata-rata  $\bar{X} = \bar{\bar{X}} = 2,99$   
 Rata-rata R =  $\bar{R} = 0,22$

X Chart:

UCL =  $X + A_2 R$   
 =  $2,99 + 0,57 \times 0,22$   
 =  $2,99 + 0,13$   
 =  $3,12$

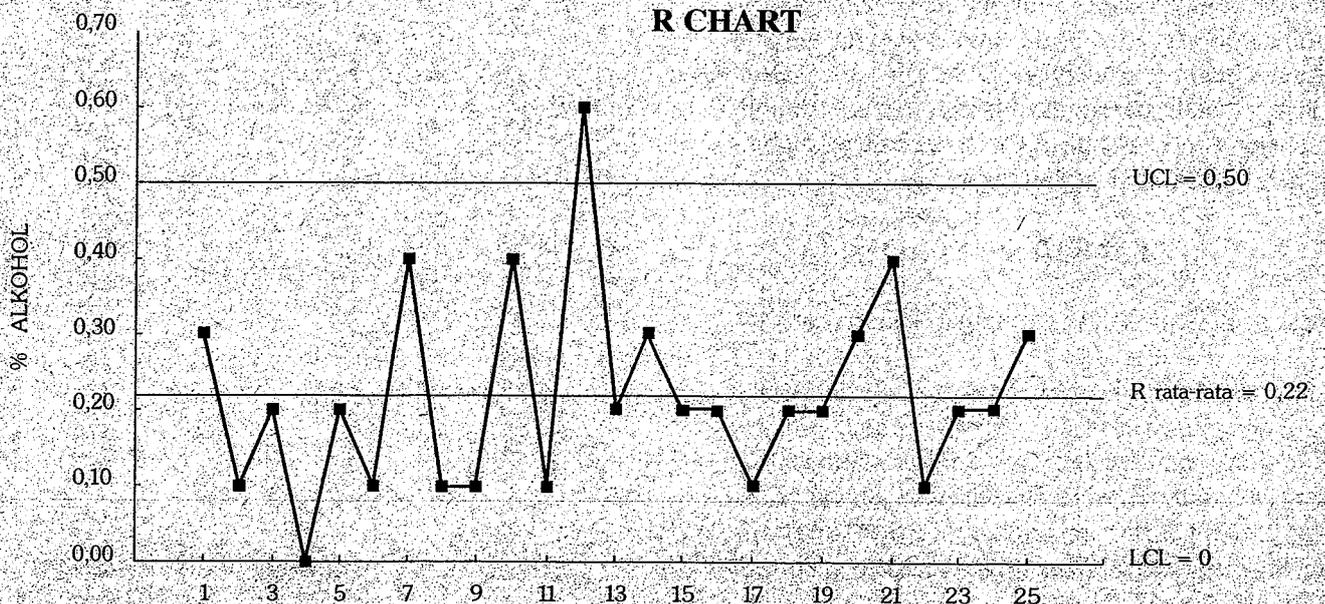
LCL =  $X - A_2 R$   
 =  $2,99 - 0,13$   
 =  $2,86$



R Chart:

UCL =  $D_4 R$   
 =  $2,115 \times 0,22$   
 =  $0,50$

LCL =  $D_3 R$   
 =  $0$



Maka:  
Batas atas toleransi = 3,30  
UCL = 3,12  
Spesifikasi = 3,00  
X rata-rata =  $\bar{x}$  = 2,99  
LCL = 2,86  
Batas bawah toleransi = 2,70

Catatan: Dalam contoh di atas jumlah subgrup atau ukuran sampel adalah 5, maka untuk  $n = 5$  dilihat berapa besarnya  $A_2$ ,  $D_4$ , dan  $D_3$  dari Tabel 1 di atas, ternyata masing-masing adalah 0,57; 2,282 dan 0.

Kita hitung Indeks Kemampuan Prosesnya:  
 $C_p = 0,3 : 0,13 = 2,31$ , berarti proses mampu melakukan apa yang kita inginkan.

---

*Iin Solihin, MSc. adalah Faculty Member  
Sekolah Tinggi Manajemen Prasetiya Mulya.*

---