

Analisis Kapabilitas Proses Dengan Pendekatan Bagan Kendali

Rita Trijayanti¹, Sigit Nugroho², Jose Rizal²

¹Alumni Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

²Staf Pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Kualitas suatu produk terjamin bukan dari output yang dihasilkan tetapi pada saat produk tersebut sedang diproses. Oleh sebab itu, pengendalian proses (*process control*) merupakan aspek yang sangat penting dalam menghasilkan produk atau jasa.

Analisis kapabilitas proses merupakan suatu analisis untuk memprediksi seberapa konsisten proses memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan konsumen. Analisis kapabilitas proses yang baik apabila proses produksi berada di dalam batas spesifikasi mutu yang telah ditentukan. Beberapa teknik yang dapat digunakan dalam analisis kapabilitas proses yaitu bagan kendali dan perencanaan eksperimen.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan apakah suatu produksi telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Data yang digunakan dalam skripsi ini adalah data hasil pengukuran panjang, lebar dan tinggi tahu yang diproduksi oleh *home* industri X. Teknik yang digunakan dalam menganalisis kapabilitas proses yaitu teknik bagan kendali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk data panjang tahu, lebar tahu, dan tinggi tahu setelah dilakukan Analisis Kapabilitas Proses diperoleh hasil bahwa proses produksi pada *home* industri X tersebut tidak *capable*.

Kata Kunci : Analisis Kapabilitas Proses, Bagan Kendali Rata-rata, dan Bagan Kendali Range.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Mutu dari suatu produk yang dihasilkan dari suatu proses produksi sangatlah penting bagi kemajuan/kelangsungan suatu perusahaan atau industri. Kualitas suatu produk terjamin bukan dari output yang dihasilkan tetapi pada saat produk tersebut sedang diproses. Oleh sebab itu, pengendalian proses (*process control*) merupakan aspek yang sangat penting dalam menghasilkan produk atau jasa. Proses Statistik Kontrol (*Statistical Process Control*) merupakan alat bantu dalam mengendalikan proses produksi secara statistik. Dengan menggunakan proses statistik kontrol ini, diharapkan proses-proses yang dijalankan oleh suatu perusahaan dalam kondisi terkendali. Proses statistik kontrol diperlukan karena produk atau jasa yang dihasilkan bervariasi.

Variasi atau variabilitas adalah ketidakseragaman hasil dari suatu produk/jasa yang tidak memenuhi spesifikasi. Variasi proses terdiri dari dua macam penyebab, yaitu penyebab umum (*common cause*) dan penyebab khusus (*assignable cause* atau *special*

cause). Pelanggan menuntut produk/jasa dengan variabilitas yang sekecil-kecilnya. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan *improvement* dan memastikan bahwa variasi/variabilitas karakteristik mutu produk/jasanya masih dalam batas-batas yang masih bisa ditoleransi pelanggan (berada dalam spesifikasi). Untuk menguji variabilitas dalam karakteristik proses dan apakah proses mampu menghasilkan produk/jasa yang sesuai dengan spesifikasi, maka digunakanlah Analisis Kapabilitas Proses (Ariani, 2005).

Analisis kapabilitas proses merupakan suatu analisis untuk memprediksi seberapa konsisten proses memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan konsumen. Analisis kapabilitas proses yang baik apabila proses produksi berada di dalam batas spesifikasi mutu yang telah ditentukan. Beberapa teknik yang dapat digunakan dalam analisis kapabilitas proses yaitu bagan kendali dan perencanaan eksperimen.

Bagan kendali merupakan suatu analisis multivariat yang digunakan untuk mendeskripsikan keadaan dari suatu proses (pengukuran, produksi) dengan tampilan berupa grafik dua dimensi yang memuat garis-garis kendali, Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebagai dasar pengukuran dalam menentukan proses dalam keadaan terkendali atau tidak. Bagan kendali adalah bagan yang digunakan untuk mengendalikan proses produksi yang terbentuk dari data variabel.

Data dalam penelitian ini merupakan data primer yang diambil dari pengukuran tahu yang diproduksi oleh *home* industri X. Pengolahan data menggunakan bantuan Software Minitab versi 15.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah produksi tahu yang diproduksi oleh *home* industri X tersebut telah memenuhi keinginan/spesifikasi dari konsumen (*capable*).

TINJAUAN PUSTAKA

Bagan Kendali

Bagan kendali merupakan suatu analisis statistik multivariat yang digunakan untuk mendeskripsikan keadaan dari suatu proses (pengukuran, produksi) dengan tampilan berupa grafik dua dimensi yang memuat garis-garis kendali Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebagai dasar pengukuran dalam menentukan proses dalam keadaan terkendali atau tidak. Shewhart, (1924) pertama kali memperkenalkan bagan kendali untuk mendeteksi penyebab-penyebab khusus dari suatu proses.

Tujuan dari bagan kendali antara lain: mendiagnosis, mengoreksi, dan menyingkirkan variabilitas dalam suatu proses dengan harapan kualitas hasil akhir proses dapat memenuhi suatu standar yang ditentukan. Sedangkan manfaat dari bagan kendali, antara lain :

1. Untuk memonitor variabilitas hasil pengukuran parameter proses.
2. Mengidentifikasi penyimpangan dini dan mengambil tindakan sebelum *process out of control*.

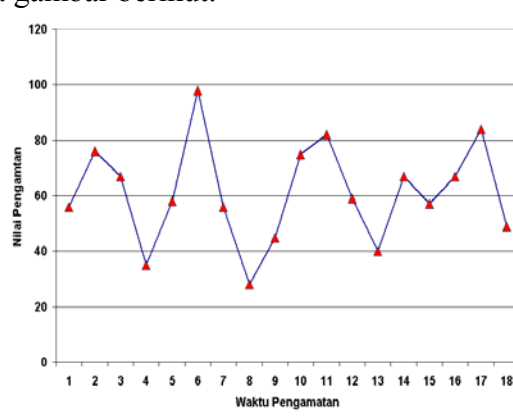
Variabilitas dalam karakteristik kualitas produksi terdiri dari dua macam penyebab yaitu penyebab umum (*random cause* atau *chance cause*) dan penyebab khusus (*assignable cause* atau *special cause*). Penyebab umum timbul dari penyimpangan dalam bahan baku,

kondisi emosional karyawan, penurunan kinerja mesin, penurunan suhu udara, naik turunnya kelembaban udara. Penyebab umum ini sudah melekat pada proses. Sedangkan penyebab khusus dapat ditimbulkan dari tiga sumber, yaitu: mesin yang dipasang dengan tidak baik, kesalahan operator (*human error*), dan bahan baku yang cacat.

Komponen-komponen yang terdapat dalam sebuah bagan kendali adalah:

1. Waktu pengamatan yang menjadi sumbu horizontal.
2. Ukuran statistik yang menjadi sumbu vertikal.
3. Batas kendali atas (*Upper Control Limit*).
4. Batas kendali bawah (*Lower Control Limit*).
5. Garis tengah (*Center Line*).
6. Titik-titik sampel yang menggambarkan keadaan proses tiap pengamatan.

Seperti yang tampak pada gambar berikut:



Dari bagan kendali di atas, dapat dilihat apakah proses terkendali atau tidak terkendali. Proses dikatakan terkendali bila titik-titik terdistribusi acak di sekitar garis tengah dan semua titik berada di dalam batas kendali (BKA dan BKB). Sedangkan proses dikatakan tidak terkendali pada suatu interval waktu tertentu bila terdapat titik-titik yang berada di luar batas kendali pada saat interval tersebut.

Asumsi Pada Bagan Kendali

Asumsi yang mendasari bagan kendali adalah asumsi kenormalan (data yang diukur harus berdistribusi Normal). Dalam statistika peranan Distribusi Normal sangat penting, karena dalam hampir semua prinsip dan teknik analisis statistika dikembangkan dari konsep distribusi Normal. Jadi sebelum dilakukan pengolahan analisis statistik, perlu untuk melakukan pengujian bahwa data sampel yang di ambil berdistribusi normal atau mendekati normal (menguji asumsi kenormalan data).

Definisi 1

X peubah acak kontinu berdistribusi normal dengan rata-rata μ dan variansi $\sigma^2 < \infty$, disingkat $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, jika fungsi kepekatannya adalah:

$$f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right\} \quad -\infty < x, \mu < \infty \quad \sigma > 0.$$

Pengamatan terhadap fungsi kepekatan peluang dari $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ menunjukkan bahwa grafik fungsi fungsi $f(x)$ bersifat:

1. Simetris terhadap sumbu $x = \mu$.
2. $f(x)$ maksimum di $x = \mu$ dan $f(\mu) = \frac{1}{(\sigma\sqrt{2\pi})}$.
3. Jika $x \rightarrow -\infty$ atau $x \rightarrow \infty$, maka $f(x) \rightarrow 0$. Jadi sumbu x merupakan sumbu asimtot.
4. $x = \mu - \sigma$ dan $x = \mu + \sigma$ merupakan absis-absis titik belok.

Untuk mengetahui suatu variabel acak X berdistribusi normal atau tidak yaitu dengan melakukan pengujian hipotesis kenormalan. Prosedur umum dalam melakukan pengujian hipotesis antara lain:

1. Tulis hipotesis nol (H_0).
2. Pilih hipotesis tandingan (H_1) yang sesuai.
3. Pilih taraf keberartian berukuran α .
4. Pilih uji statistik yang sesuai dan tentukan daerah kritisnya. (bila keputusan didasarkan pada nilai-p, maka tidaklah perlu menyatakan daerah kritisnya).
5. Hitung nilai uji statistik dari data sampel.

Kesimpulan: tolak H_0 bila nilai statistik uji berada di dalam daerah kritis (atau, bila nilai-p hitung lebih kecil atau sama dengan taraf keberartian yang ditentukan). Sebaliknya, terima H_0 .

Definisi 2

Nilai-p adalah taraf keberartian terkecil sehingga nilai uji statistik yang diamati masih berarti.

Pendekatan nilai-p sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan cukuplah wajar, karena hampir semua uji hipotesis yang dilakukan komputer menampilkan nilai statistik uji beserta nilai-p.

Apabila data sampel tidak berdistribusi normal, maka salah satu teknik untuk mengatasinya yaitu dengan mentransformasikan data. Transformasi yang paling sering digunakan adalah transformasi *Tukey* atau menggunakan transformasi *Box-Cox* dalam aplikasi Minitab dan diharapkan data hasil transformasi berdistribusi normal (mendekati normal).

Analisis Pola Pada Bagan Kendali

Beberapa kriteria yang dapat diterapkan untuk mengetahui apakah proses tidak terkendali, yaitu:

- Satu atau beberapa titik di luar batas kendali atas dan batas kendali bawah.
- Ada tujuh titik berturut-turut di atas atau di bawah garis tengah.
- Suatu giliran dengan paling sedikit tujuh atau delapan titik, dengan macam giliran dapat berbentuk giliran naik atau giliran turun, giliran diatas atau dibawah garis tengah.

Dalam membentuk suatu bagan kendali didasarkan pada dua kategori yaitu:

1. Bagan Kendali Variabel (*Variable Control Chart*)

Bagan kendali variabel adalah bagan kendali dimana data yang dikumpulkan dan yang akan dianalisa adalah data variabel (data yang diperoleh dengan melakukan pengukuran dengan alat ukur). Dalam kasus diagram kendali variabel, pengendalian ditekankan pada kecenderungan rata-rata dan variabilitas.

Didalam bagan kendali variabel terdapat 3 metode pembuatan bagan kendali berdasarkan pada besarnya pengumpulan data (n) yaitu :

- a. Untuk $n=1$, menggunakan \bar{X} *moving range chart* .
- b. Untuk $2 \leq n \leq 9$, menggunakan $\bar{X} - R$ *chart* .
- c. Untuk $n \geq 10$, menggunakan $\bar{X} - S$ *chart* .

Menurut Besterfield *dalam* Ariani (2005), dalam melakukan pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel diperlukan beberapa langkah, yaitu:

- a. Pemilihan karakteristik kualitas.
- b. Pemilihan sub kelompok.
- c. Pengumpulan data.
- d. Penentuan garis pusat.
- e. Penyusunan revisi terhadap garis pusat dan batas-batas pengendali.
- f. Interpretasi terhadap pencapaian tujuan.

2. Bagan Kendali Sifat (*Attribute Control Chart*)

Bagan kendali sifat adalah bagan kendali dimana data yang dikumpulkan dan yang akan dianalisa adalah data yang diperoleh dengan cara melakukan penghitungan. Dalam kasus bagan kendali sifat, proporsi cacat dari sampel menjadi acuan.

Didalam bagan kendali sifat terdapat 4 metode pembuatan bagan kendali berdasarkan pengumpulan data didalam pengecekan *defective* (cacat) yaitu :

- a. p -*chart* adalah bagan kendali sifat dimana data yang dikumpulkan tergolong diterima atau ditolak (mengecek *defective*) dan dalam setiap pengamatan besar subgrupnya berbeda.
- b. np -*chart* adalah bagan kendali sifat dimana data yang dikumpulkan digolongkan diterima atau ditolak (mengecek *defective/nonconforming*) dan dalam setiap pengamatan besarnya subgrup sama.
- c. u -*chart* adalah bagan kendali sifat dimana data yang dikumpulkan adalah *defect/nonconformity* dalam subgrup dimana disetiap pengamatan besar subgrupnya berbeda.

- d. *c – chart* adalah bagan kendali sifat dimana data yang dikumpulkan adalah *defect–defect/nonconformity* dalam subgrup dimana dalam setiap pengamatan besar subgrupnya sama.

Bagan Kendali \bar{X} dan R

Bagan kendali rata-rata (\bar{X}) dan jarak (R) merupakan dua bagan kendali yang saling membantu dalam mengambil keputusan mengenai kualitas proses. Bagan kendali rata-rata digunakan untuk melihat apakah proses masih berada dalam batas kendali atau tidak. Sedangkan bagan kendali jarak (*range*) digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian atau ketepatan proses yang diukur dengan mencari *range* dari sampel yang diambil dalam setiap observasi. Bagan kendali rata-rata dan bagan kendali *range* juga digunakan untuk mengetahui dan menghilangkan penyebab khusus yang membuat terjadinya penyimpangan.

Batas-batas Kontrol Pada Bagan Kendali \bar{X} dan R

Parameter untuk bagan kendali \bar{x} adalah:

$$BKA = \bar{\bar{x}} + \frac{3}{d_2\sqrt{n}}\bar{R}$$

$$\text{Garis Tengah} = \bar{\bar{x}}$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - \frac{3}{d_2\sqrt{n}}\bar{R}$$

misalkan: $A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$

maka, persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$BKA = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$\text{Garis Tengah} = \bar{\bar{x}}$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Parameter bagan kendali R adalah:

$$BKA = \bar{R} + 3\hat{\sigma}_R = \bar{R} + 3 d_3 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\text{Garis Tengah} = \bar{R}$$

$$BKB = \bar{R} - 3\hat{\sigma}_R = \bar{R} - 3 d_3 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

misalkan

$$D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \text{ dan } D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$$

Persamaan dapat disederhanakan menjadi:

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

$$\text{Garis Tengah} = \bar{R}$$

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

Bagan Kendali \bar{X} dan S

Bagan kendali \bar{X} dan S digunakan apabila ukuran sampel n cukup besar, misalnya $n = 10$ atau lebih. Bagan kendali S (standar deviasi) digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian proses suatu produksi.

Batas-batas Kontrol Pada Bagan Kendali \bar{X} dan S

Batas kendali atas dan batas kendali bawahnya yaitu:

$$BKA = C_4 \sigma + 3\sigma \sqrt{1 - C_4^2}$$

$$BKB = C_4 \sigma - 3\sigma \sqrt{1 - C_4^2}$$

misalkan

$$B_6 = C_4 + 3\sqrt{1 - C_4^2} \quad \text{dan} \quad B_5 = C_4 - 3\sqrt{1 - C_4^2}$$

Persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$BKA = B_6 \sigma$$

$$BKB = \bar{S} - \frac{3\bar{S}\sqrt{(1 - C_4)}}{C_4}$$

misalkan

$$B_4 = 1 + \frac{3\sqrt{(1 - C_4)}}{C_4} \quad \text{dan} \quad B_3 = 1 - \frac{3\sqrt{(1 - C_4)}}{C_4}$$

persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$BKA = B_4 \bar{S}$$

$$\text{Garis tengah} = \bar{S}$$

$$BKB = B_3 \bar{S}$$

nilai B_4 diperoleh dari $B_4 = \frac{B_6}{C_4}$ dan B_3 diperoleh dari $B_3 = \frac{B_5}{C_4}$

untuk bagan kendali \bar{X} adalah Batas-batas kendalinya adalah:

$$BKA = \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{S}}{C_4\sqrt{n}}$$

$$\text{Garis tengah} = \bar{\bar{x}}$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{S}}{C_4\sqrt{n}}$$

misalkan $A_3 = \frac{3}{C_4\sqrt{n}}$

persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$BKA = \bar{\bar{x}} + A_3\bar{S}$$

$$\text{Garis tengah} = \bar{\bar{x}}$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - A_3\bar{S}$$

Interpretasi Bagan Kendali

Apabila data sampel dalam observasi tersebut berada dalam kondisi *out of statistical control*, maka langkah selanjutnya adalah mencari penyebab kesalahan dengan menggunakan teknik perbaikan kualitas yaitu bagan kendali. Apabila kesalahan atau penyimpangan disebabkan oleh sebab umum, maka kondisi dianggap *in statistical control*. Namun apabila kesalahan atau penyimpangan disebabkan oleh sebab khusus berarti kondisi dianggap *out of statistical control* dan harus segera diselesaikan dengan cara mengeliminasi data tersebut.

Apabila data telah berada pada kondisi *in statistical control*, maka yang harus dilakukan selanjutnya adalah menguji kapabilitas proses. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses telah berada dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan. Berikut contoh bagan kendali *out of statistical control* dan *in statistical control* dengan menggunakan data kekuatan meledak botol minuman ringan (Montgomery, 2001).

ANALISIS KAPABILITAS PROSES

Apabila suatu proses sudah stabil atau terkontrol dilihat dari segi variabilitas maupun rata-ratanya maka dapat dikatakan bahwa proses tersebut berjalan dengan baik. Namun, suatu produk tidak hanya cukup dengan kata baik saja, tetapi harus mampu memenuhi keinginan atau spesifikasi dari konsumen. Untuk itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut tentang kapabilitas suatu produk yang dilihat dari proses produksinya yang disebut sebagai analisis kapabilitas proses.

Pengertian dan Asumsi

Analisis kapabilitas proses merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan dalam mengadakan pengendalian proses statistik (*statistical process control*) dan merupakan suatu studi guna menaksir kapabilitas proses dalam bentuk distribusi probabilitas yang mempunyai bentuk, rata-rata (*mean*), dan penyebaran (*standard deviation*). Analisis kapabilitas proses dilakukan apabila variabilitas dan rata-rata sudah stabil (Pyzdek dalam Ariani, 2005).

Analisis kapabilitas proses adalah suatu analisa untuk memprediksi seberapa konsisten proses memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh konsumen. Proses disebut *capable* jika mampu menghasilkan hampir 100% output sesuai spesifikasi. Kapabilitas adalah kemampuan proses untuk menghasilkan output sesuai spesifikasi.

Dalam analisis kapabilitas proses ada dua asumsi yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Asumsi kenormalan
Asumsi kenormalan pada Analisis Kapabilitas Proses mengikuti asumsi kenormalan pada bagan kendali.
2. Data yang diukur terkendali statistik
Data yang diukur mencerminkan terkendali secara statistik saat diplotkan pada sebuah bagan kendali. Artinya tidak ada data yang keluar dari Batas Kendali Atas (BKA) maupun Batas Kendali Bawah (BKB) atau dengan kata lain data terkontrol.

Rasio Kapabilitas Proses

Salah satu komponen terpenting dalam analisis kapabilitas proses adalah rasio kapabilitas proses atau *Process Capability Ratio (PCR)*. Rasio kapabilitas proses digunakan untuk mengindikasikan *capable* atau tidaknya suatu proses dengan batasan *capable* apabila $PCR > 1,33$. Rasio kapabilitas proses dibagi menjadi tiga yaitu:

1. *Potential Capability Index* (C_p)
2. *Real Capability Index* (C_{pk})
3. *Mean Capability Index* (C_{pm})

Potential Capability Index (C_p)

C_p digunakan apabila proses berada dalam batas pengendali statistik dengan bagan kendali proses statistik berdistribusi normal dan mean proses (μ) dianggap sama (terpusat) dengan target (T). Karena μ tidak pernah diketahui maka μ ditaksir oleh \bar{x} , dan target merupakan titik tengah dari *BSB* dan *BSA*. Sehingga C_p dapat dihitung dengan rumus:

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (29)$$

Keterangan:

<i>BSA</i>	:	Batas Spesifikasi Atas
<i>BSB</i>	:	Batas Spesifikasi Bawah

Real Capability Index (C_{pk})

Rasio kapabilitas proses C_{pk} dibangun karena C_p tidak cukup memadai untuk kasus $\mu \neq T$. Kasus dimana μ tidak berada ditengah batas spesifikasi sehingga perlu dilakukan proses *centering* (proses pemusatan) yang akan membuat μ berada di tengah batas spesifikasi. Untuk mengkarakteristikan proses *centering* maka C_{pk} harus dibandingkan dengan C_p yaitu dengan menggunakan spesifikasi satu sisi

$$C_{pa} = \frac{BSA - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pb} = \frac{\mu - BSB}{3\sigma}$$

Keterangan :

C_{pa} adalah rasio kemampuan proses atas

C_{pb} adalah rasio kemampuan proses bawah

sehingga C_{pk} diformulasikan dengan:

$$C_{pk} = \min(C_{pa}, C_{pb})$$

$$= \min\left(\frac{BSA - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - BSB}{3\sigma}\right)$$

apabila $\mu < T$

$$\frac{BSA - \mu}{3\sigma} > \frac{\mu - BSB}{3\sigma}$$

$$\text{Maka } C_{pk} = \frac{\mu - BSB}{3\sigma}$$

untuk $\mu > T$

$$\frac{BSA - \mu}{3\sigma} < \frac{\mu - BSB}{3\sigma}$$

$$\text{Maka } C_{pk} = \frac{BSA - \mu}{3\sigma}$$

Mean Capability Index (C_{pm})

Untuk sembarang nilai μ yang berada diantara BSB dan BSA , C_{pk} berbanding terbalik dengan σ sehingga apabila σ mendekati 0 maka C_{pk} akan semakin besar. Nilai C_{pk} yang besar tidak memberikan semua informasi tentang lokasi mean (μ) di interval BSB dan BSA . Untuk memperbaiki kekurangan C_{pk} perlu dilakukan rasio kapabilitas proses yang lebih baik yaitu dengan menggunakan C_{pm} .

Formulasi C_{pm} diberikan sebagai berikut:

$$C_{pm} = \frac{BSA - BSB}{6\tau}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kapabilitas Proses untuk Panjang Tahu

Pengujian Kenormalan Panjang Tahu

Prosedur pengujian hipotesis secara statistik terdiri dari beberapa langkah. Langkah-langkah tersebut adalah:

1. Merumuskan hipotesis

H_0 : Data pengamatan rata-rata panjang tahu mengikuti distribusi normal.

H_1 : Data pengamatan rata-rata panjang tahu tidak mengikuti distribusi normal.

2. Menentukan taraf signifikan

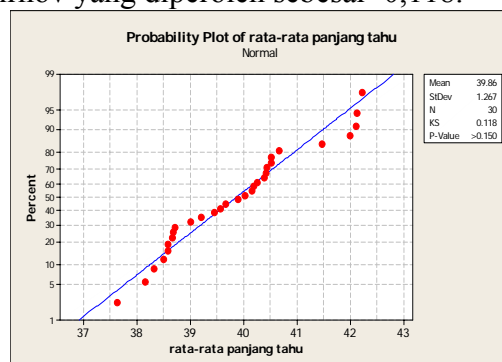
Taraf signifikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\alpha = 0,05$.

3. Menentukan statistik uji

Statistik uji yang digunakan yaitu statistik uji Kolmogoro-Smirnov (KS). Daerah penolakan untuk statistik uji Kolmogoro-Smirnov (KS) yaitu apabila $KS_{hitung} < KS_{tabel}$ atau jika nilai p-value $< \alpha$.

4. Menentukan nilai statistik uji dari data sampel

Normalitas univariat terhadap data panjang tahu dalam analisis ini diuji dengan menggunakan Software Minitab versi 15. Hasilnya adalah seperti yang disajikan gambar 4 yaitu gambar uji normalitas panjang tahu. Dengan menguji rata-rata dari panjang tahu nilai statistik Kolmogorov-Smirnov yang diperoleh sebesar 0,118.



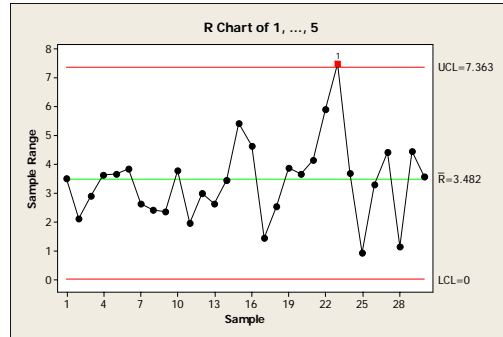
Gambar 4. Uji normalitas panjang tahu

5. Mengambil keputusan atau kesimpulan

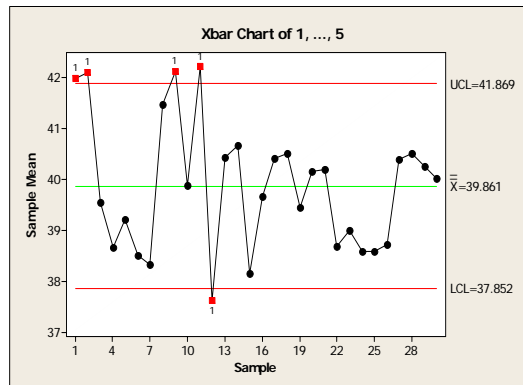
Nilai statistik $KS_{hitung} = 0,118$ sedangkan nilai statistik $KS_{tabel} = 0,242$ (uji dua arah) pada lampiran 3 yang artinya $KS_{hitung} < KS_{tabel}$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan data pengamatan rata-rata panjang tahu mengikuti distribusi normal.

Hasil Analisis Bagan Kendali Panjang Tahu

Dengan menggunakan Software Minitab 15, diperoleh bagan kendali $Range(R)$ dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) untuk panjang tahu seperti yang nampak pada gambar berikut



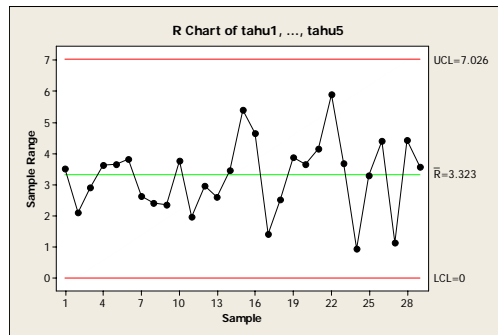
Bagan kendali $Range (R)$ panjang tahu



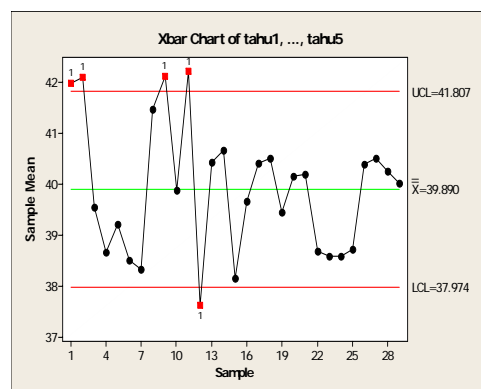
Bagan kendali rata-rata (\bar{X}) panjang tahu

Berdasarkan bagan kendali hasil observasi di atas, ternyata untuk bagan kendali $Range (R)$ data dari hasil observasi ke-23 (7,84) berada diluar batas kendali dan pada bagan kendali rata-rata (\bar{X}) data dari hasil observasi ke-1 (41,89), ke-2 (42,10), ke-9 (42,12), ke-11 (42,21) dan ke-12 (37,62) juga berada diluar batas kendali dan ternyata penyebabnya termasuk dalam sebab khusus (*assignable cause*) sehingga harus dilakukan revisi.

Bagan kendali $Range (R)$ dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) untuk pengukuran panjang tahu setelah direvisi:



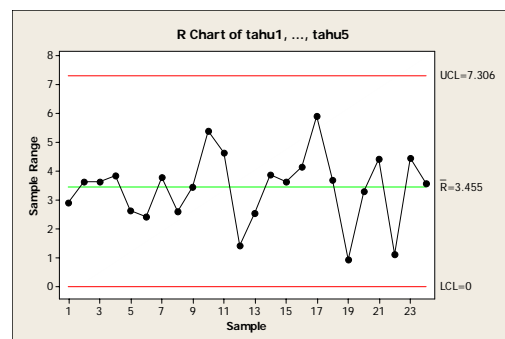
Bagan kendali *Range* (R) panjang tahu setelah revisi pertama



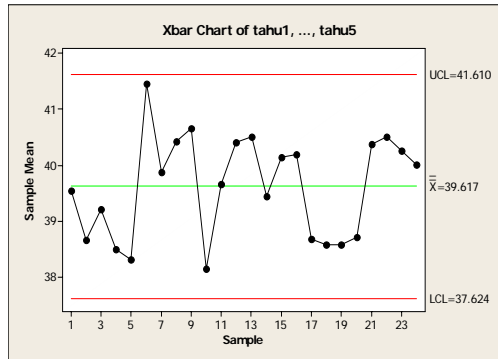
Bagan kendali rata-rata (\bar{X}) panjang tahu setelah revisi pertama

Berdasarkan bagan kendali revisi diatas, bagan kendali *Range* (R) sudah terkendali karena tidak ada data yang berada diluar batas kendali, sedangkan untuk bagan kendali rata-rata (\bar{X}) proses masih berada di luar kendali karena ada data yang berada diluar batas kendali yaitu data ke-1 (41,98), ke-2 (42,10), ke-9 (42,12), ke-11 (42,21) dan ke-12 (37,62). Untuk itu perlu dilakukan revisi kembali.

Berikut bagan kendali *Range* (R) dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) untuk pengukuran oanjang tahu setelah revisi kedua.



Bagan kendali *Range* (R) panjang tahu setelah revisi kedua



Bagan kendali rata-rata (\bar{X}) panjang tahu setelah revisi kedua

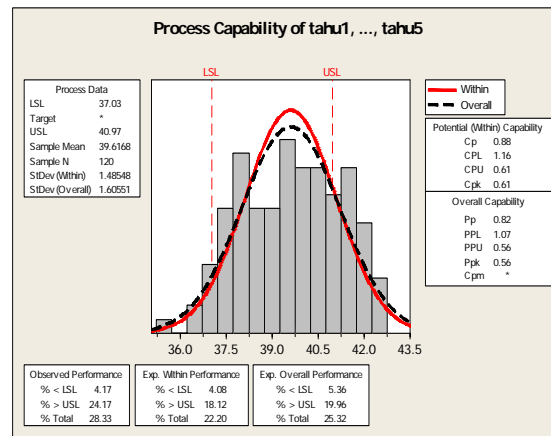
Pada bagan kendali *Range* (R) dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) seluruh data hasil observasi berada diantara batas kendali yang menunjukkan bahwa data telah terkendali secara statistik (*in statistical control*). Dengan batas-batas bagan kendali *Range* (R) yaitu untuk batas kendali atas sebesar 7,306, batas kendali bawah sebesar 0 dan garis tengah sebesar 3,455. Sedangkan untuk bagan kendali rata-rata (\bar{X}) batas kendali atas sebesar 41,610, batas kendali bawah sebesar 37,624 dan garis tengah sebesar 39,617.

Karena variabilitas dan rata-rata sudah stabil untuk mencapai tujuan penelitian ini maka akan dilakukan analisis lebih lanjut yaitu analisis kapabilitas proses. Analisis ini dilakukan untuk melihat apakah data panjang tahu sudah *capable*. Data yang tersisa untuk dilakukan analisis lebih lanjut ini sebanyak 24 data panjang tahu.

Analisis Kapabilitas Proses Panjang Tahu

Dengan menggunakan Software Minitab versi 15, Analisis kapabilitas ini dilakukan untuk melihat apakah panjang tahu yang di produksi oleh *home* industri X *capable*.

Kasus ini merupakan kasus $\mu \neq T$. Oleh karena itu harus dibandingkan antara C_{pk} dan C_p . Terlihat bahwa $C_{pk} < C_p$ dan $C_p = 0,88$, nilai $C_{pk} = 0,61$. Nilai C_p , C_{pk} semuanya $< 1,33$. Dapat disimpulkan bahwa proses tersebut tidak *capable*.



Gambar Proses *capability* panjang tahu

Pada gambar diatas terlihat bahwa $\mu \neq T$ dan terdapat titik-titik proses yang berada di luar batas spesifikasi. Seberapa banyak titik-titik proses yang berada di luar batas spesifikasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Expected Overall Performance.

Baik secara Within maupun Overall ternyata terdapat titik-titik proses yang berada di luar batas spesifikasi. Ini semakin memperjelas bahwa proses ini tidak *capable*. Untuk Pengujian data Lebar dan data Tinggi tahu langkah-langkah yang digunakan sama seperti langkah-langkah pengujian pada data Panjang tahu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab IV, dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengukuran panjang tahu analisis terhadap bagan kendali *Range* (R) dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) dilakukan sebanyak 2 kali revisi guna mendapatkan data yang terkendali secara statistik. Batas-batas yang diperoleh dari bagan kendali *Range* (R) panjang tahu yaitu untuk batas kendali atas sebesar 7,306, batas kendali bawah sebesar 0 dan garis tengah sebesar 3,455. Sedangkan nilai untuk batas-batas bagan kendali rata-rata (\bar{X}) panjang tahu yaitu untuk batas kendali atas sebesar 41,610, batas kendali bawah sebesar 37,624 dan garis tengah sebesar 39,617. Data yang tersisa dan yang akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan analisis kapabilitas proses sebanyak 24 data pengamatan panjang tahu.
2. Untuk pengukuran lebar tahu analisis terhadap bagan kendali *Range* (R) dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) dilakukan sebanyak satu kali revisi guna mendapatkan data yang

terkendali statistik. Batas-batas yang diperoleh dari bagan kendali *Range (R)* yaitu untuk batas kendali atas sebesar 35,87, batas kendali bawah sebesar 0 dan garis tengah sebesar 33,634. Sedangkan untuk bagan kendali rata-rata (\bar{X}) batas kendali atas sebesar 41,610, batas kendali bawah sebesar 37,624 dan garis tengah sebesar 39,617. Data yang tersisa dan yang akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan analisis kapabilitas proses sebanyak 28 data pengamatan lebar tahu.

3. Untuk pengukuran tinggi tahu analisis terhadap bagan kendali *Range (R)* dan bagan kendali rata-rata (\bar{X}) dilakukan sebanyak satu kali revisi guna mendapatkan data yang terkendali secara statistik. Batas-batas yang diperoleh yaitu untuk bagan kendali *Range (R)* batas kendali atas sebesar 7,963, batas kendali bawah sebesar 0 dan garis tengah sebesar 3,767. Sedangkan untuk bagan kendali rata-rata (\bar{X}) batas kendali atas sebesar 32,131, batas kendali bawah sebesar 27,787 dan garis tengah sebesar 29,959. Data yang tersisa dan yang akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan analisis kapabilitas proses sebanyak 28 data pengamatan tinggi tahu.
4. Hasil analisis kapabilitas proses adalah sebagai berikut untuk panjang tahu nilai $C_p=0,88$ dan $C_{pk}=0,61$ untuk lebar tahu nilai $C_p=0,89$ dan $C_{pk}=0,57$ dan untuk tinggi tahu nilai $C_p=0,88$ dan $C_{pk}=0,5$. Nilai C_p dan C_{pk} lebih kecil dari 1,33. untuk itu data panjang, lebar dan tinggi tidak *capable*.

Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan penulis sebagai bahan penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Karena Kemampuan Proses yang diperoleh tidak *capable*, maka disarankan kepada Produsen tahu agar kualitas tahu terutama dari panjang, lebar, dan tinggi tahu ditingkatkan supaya memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan konsumen.
2. Bagi penelitian di masa yang akan datang, disarankan sebaiknya sebelum sampel data diolah, sampel yang terbesar dan yang terkecil dalam setiap pengamatan dihilangkan guna mengurangi terjadinya variabilitas dalam proses kemudian dianalisis sesuai dengan prosedur analisis kapabilitas proses.
3. Teknik yang digunakan dalam menyelesaikan Analisis Kapabilitas Proses adalah teknik bagan kendali, teknik rancangan percobaan bisa digunakan untuk menentukan *capable* atau tidaknya suatu produk untuk bahan skripsi mendatang.
4. Karena panjang, lebar dan tinggi tahu merupakan karakteristik kualitas yang saling berhubungan maka sebaiknya menggunakan bagan kendali multivariat untuk menyelesaikan analisis kemampuan proses.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. SPC (Statistical Process Control) <http://www.unido.org/en/doc/4268>. 18 Mei 2007. 08:50 WIB.
- Ariani, D.W. 2005, *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Grant, E.L dan R.S, Leavenworth. 1989, *Pengendalian Mutu Statistik*. Edisi ke-1. Jakarta:Erlangga.
- Haibaho, C dan Nawalo, W. 1988, *Metoda Statistik Untuk Peningkatan Mutu*. Jakarta: P.T Mediyatama Asrana Perkasa.
- Herrhyanto, N. 2003, *Statistik Matematika Lanjutan*. Bandung: Pustaka Setia.
- Iriawan, Nur, 2006, *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- Montgomery, D.C. 2001, *Introduction To Statistical Quality Control*. 4th edition. New York: John Wiley and Sons.
- Rohatgi, V.K. 1975, *An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics*. New York: John Wiley and Sons.
- Soejoeti, Z. 1996, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sumanto. 2005, *Workshop On Process Capability Analysis Using Minitab*. Bandung: Modul KBK Statistik Departemen Matematika-FMIPA ITB: Tidak Dipublikasikan.
- Walpole, R.E dan Raymond H.M. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: ITB.