



**BUKU MATERI POKOK
STATISTIKA PENGAWASAN
KUALITAS**

STAT4215/3SKS/MODUL 1 - 5

Oleh :

Drs. Praptono, MA



**Penerbit Karunika Jakarta
Universitas Terbuka
1986**

BUKU MATERI POKOK 1

DASAR-DASAR PENGAWASAN KUALITAS

STAT4215 / 3 SKS / 01

STATISTIKA PENGAWASAN KUALITAS

Oleh:

Drs. Praptono, MA

DAFTAR ISI

BMP 1 STATISTIKA PENGAWASAN KUALITAS		Halaman
1	Pengantar	1.1
2	Tujuan Instruksional Umum	1.1
3	Tujuan Instruksional Khusus	1.1
4	Kegiatan Belajar	
	Kegiatan Belajar 1 : KONTROL KUALITAS STATISTIK	
	Uraian dan Contoh	1.2
	Latihan 1	1.11
	Rangkuman	1.11
	Tes Formatif 1	1.12
	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	1.13
	Kegiatan Belajar 2 : KONSEP STATISTIK DAN PROBABILITAS	
	Uraian dan Contoh	1.14
	Latihan 2	1.31
	Rangkuman	1.33
	Tes Formatif 2	1.33
	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	1.35
5	Kunci Jawaban Tes Formatif	1.36
6	Referensi	1.37

1. Pengantar

Pengawasan kualitas dalam proses produksi pada khususnya dan manajemen umumnya adalah sangat penting. Hal ini untuk menjamin mutu produksi atau pelayanan. Makin meningkatnya kemajuan proses produksi makin diperlukan pengawasan kualitas. Di sini hanya dibicarakan pengawasan kualitas dalam arti statistik tidak dalam arti teknik. Karena pengawasan kualitas secara statistik, maka Anda dituntut untuk memahami benar mata kuliah Metode Statistik, meskipun di sini juga disinggung sedikit tentang probabilitas dan statistika.

2. Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari modul ini mahasiswa diharapkan:

- a. Mengerti kegunaan kontrol kualitas.
- b. Mengerti sifat yang diselidiki dalam kontrol kualitas
- c. Mengulang pengertian-pengertian statistika yang diperlukan dalam kontrol kualitas.
- d. Mengulang mendalami beberapa macam distribusi.

3. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mempelajari modul ini mahasiswa diharapkan dapat:

- a. Menyebutkan beberapa keuntungan penggunaan kontrol kualitas dalam proses industri.
- b. Membedakan antara kontrol kualitas dan inspeksi.
- c. Membedakan antara variabel dan attribute.
- d. Menghitung harga tengah suatu data.
- e. Menghitung deviasi standar suatu data.
- f. Menggambar grafik suatu data.
- g. Menghitung probabilitas event dari beberapa macam distribusi.

4. Kegiatan Belajar

4.1 Kegiatan Belajar 1

KONTROL KUALITAS STATISTIK

4.1.1 Uraian dan Contoh

Kontrol kualitas sangat diperlukan dalam memproduksi suatu barang untuk menjaga kestabilan mutu. Tidak hanya dalam industri kontrol kualitas dibutuhkan tetapi pada manajemen-pun memegang peranan sangat penting. Kontrol kualitas secara statistik berbeda dengan kontrol kualitas secara kimia atau fisika. Pada kontrol kualitas secara statistik tidak menghendaki "terbaik" absolut, tetapi kualitas yang diinginkan adalah yang memenuhi permintaan konsumen. Biasanya permintaan konsumen ini diwujudkan dalam dua syarat:

- a. akhir kegunaan suatu produk
- b. harga jual suatu produk.

Pada proses produksi dua syarat ini dijabarkan dalam bentuk:

- 1) spesifikasi ukuran
- 2) ciri-ciri operasi
- 3) ongkos produksi
- 4) syarat produksi untuk menghasilkan produk yang dikehendaki.

Biasanya syarat-syarat ini tidak dapat dipenuhi secara tepat, baik secara ekonomi maupun ptraakteknya sehingga disetujui suatu "toleransi". Seandainya suatu industri pembuat roda kendaraan ingin memproduksi suatu roda dengan diameter tertentu. Jika bahan yang digunakan besi tua, maka harga produksinya dapat Rp5.000,00/biji, tetapi mutunya tidak dijamin. Daya tahan roda tidak diketahui. Tetapi seandainya bahan yang digunakan adalah baja kualitas tinggi, maka harga roda produksinya Rp100.000,00/biji, tetapi mutunya terjamin. Daya tahan roda sangat kuat baik untuk kendaraan dengan beban yang berat maupun untuk balapan (race). Industri kendaraan bermotor pesan pada pabrik itu, roda dengan ukuran tertentu dan daya tahan tertentu tapi dengan harga yang disetujui. Tentunya pabrik roda akan melayani pesanan sesuai dengan ukuran dan daya tahan yang dipesan, meskipun bukan kualitas yang terbaik. Hanya saja pabrik harus menjaga kualitasnya supaya tetap dan ukuran yang sesuai. Sebagai produsen yang baik tentu akan mempertahankan mutu supaya tidak terlalu banyak variasinya.

Karakteristik kualitas. Kualitas suatu produk ditentukan oleh ciri-ciri produk itu. Segala ciri yang mendukung produk itu memenuhi persyaratan

disebut karakteristik kualitas. Ciri-ciri ini mungkin ukuran, sifat kimia, sifat fisika. Masih ada karakteristik kualitas yang lain, umpamanya daya tahan hidup, reliabilitas, dan yang lain.

Kontrol dalam industri. Dalam istilah industri proses pemberian tanggung jawab dan kekuasaan pada aktivitas manajemen untuk menjamin hasil industri (sebagian hasil industri) memenuhi persyaratan disebut kontrol. Prosedur untuk mencapai kualitas yang ditentukan disebut kontrol kualitas. Sedangkan prosedur untuk memenuhi produksi dan biaya (cost) disebut kontrol biaya (cost control).

Beberapa langkah yang sering dilakukan dalam proses kontrol kualitas:

1) Penentuan standar

Menentukan standar kualitas produksi sesuai dengan pesanan/permintaan.

2) Konformasi

Membandingkan hasil produksi dengan ukuran standar yang telah ditentukan.

3) Tindakan

Mengambil tindakan (koreksi) bila standar dilampaui.

4) Rencana perbaikan

Mengembangkan usaha-usaha terus-menerus untuk memperbaiki standar harga dan standar mutu.

Definisi kontrol kualitas. Belum ada definisi kontrol kualitas yang diterima secara umum, di bawah ini diberikan pengertian kontrol kualitas yang mencakup ide-ide yang dikandung dalam definisi-definisi yang ada:

Kontrol kualitas adalah kombinasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas suatu produk dengan biaya se-ekonomis mungkin untuk memenuhi syarat Pemesan.

Kata kombinasi di atas mengandung arti koordinasi semua aktivitas formal yang terkait dalam proses kontrol kualitas. Hal ini belum tentu dijalankan pada proses produksi masa lalu, bahkan sering terjadi tidak terorganisasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas ini meliputi kontrol kualitas secara kimia, fisika maupun metode-metode statistik yang digunakan. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk kontrol kualitas ini sedapat mungkin dapat menekan ongkos produksi sekaligus menjaga mutu produksi. Tentunya kontrol kualitas ini dijalankan untuk memenuhi syarat pemesan atau agar pengguna mau menggunakan lagi hasil produksi.

Kontrol kualitas suatu produk telah ada sebelum adanya metode statistik, jadi kontrol kualitas sekarang ini ada tidak tergantung ada atau tidaknya analisis statistik. Jadi kontrol kualitas mengandung arti lebih luas daripada hanya kontrol kualitas secara statistik, kontrol kualitas secara statistik adalah kontrol kualitas yang menggunakan analisis statistik.

4.1.1.1 Teknik kontrol kualitas statistik

Statistika digunakan dalam proses kontrol kualitas kapan saja dan di mana mungkin. Ada empat macam metode statistik yang dapat digunakan secara terpisah maupun bersamaan atau kombinasi antar mereka.

- a. Distribusi frekuensi. Suatu tabulasi atau cacah (tally) yang menyatakan banyaknya suatu ciri kualitas muncul dalam sampel yang diamati. Ini dapat digunakan untuk melihat kualitas sampel secara sepiantas, yaitu:
 - 1) Kualitas rata-rata
 - 2) Penyebaran kualitas
 - 3) Perbandingan kualitas dengan spesifikasi yang diinginkan.

Teknik ini digunakan dalam analisis kualitas suatu proses atau alat yang diketahui.

- b. Gambar kontrol (control chart). Suatu yang menyajikan secara grafik keadaan produksi secara kronologi (jam per jam atau hari per hari). Dengan batas-batas yang menggambarkan kemampuan produksi waktu yang lalu. Jika kurve yang dihasilkan melampaui batas-batas yang ada, maka suatu perubahan atau penyesuaian dalam proses produksi dianjurkan, bahkan mungkin diperlukan suatu penyelidikan lebih mendalam.

Teknik ini mungkin dilakukan untuk mengontrol suatu proses setelah cara teknik distribusi frekuensi menunjukkan hasil, bahwa proses dalam keadaan terkontrol. Gambar kontrol ini sangat sederhana, sehingga para insinyur maupun inspektur sangat menaruh perhatian. Dalam modul-modul selanjutnya akan dibicarakan lebih dalam lagi tentang gambar kontrol ini. Ada tiga macam gambar kontrol:

- 1) Gambar kontrol shewart untuk ukuran karakteristik kualitas. Gambar kontrol ini disebut gambar untuk variabel atau gambar untuk \bar{X} dan R (mean dan range) dan gambar untuk \bar{X} dan σ (mean dan deviasi standar).

- 2) Gambar kontrol untuk proporsi atau perbandingan antara banyaknya produk yang cacat dengan seluruh produksi. Gambar kontrol ini sering disebut gambar -p (p- chart).
- 3) Gambar kontrol untuk jumlah yang cacat per unit. Gambar kontrol ini disebut gambar -c (c- chart).

Gambar-gambar di atas dapat digunakan pada proses berulang. Proses berulang ini tidak hanya dalam produksi maksimal tetapi juga dalam problem manajemen. Kontrol kualitas statistik telah banyak digunakan dalam problem yang bermacam-macam, antara lain dalam akuntansi, pelayanan reservasi penerbangan, pengecapan merk pada botol, dan lain-lain.

- c. Tabel sampling. Tabel yang terdiri dari jadwal untuk pengamatan kualitas biasanya dalam bentuk persentase. Hal ini dilakukan untuk menjamin pencapaian kualitas yang dikehendaki untuk produksi maupun barang kiriman.
- d. Metode khusus. Metode ini digunakan untuk kontrol kualitas dalam industri. Analisis yang digunakan secara statistik yang cukup rumit, antara lain korelasi, analisis variance, analisis toleransi dan lain-lain.

Keuntungan Kontrol Kualitas Statistik

Kontrol kualitas statistik merupakan suatu alat manajemen secara ilmiah. Beberapa keuntungan jika digunakan kontrol kualitas statistik ialah:

- 1) Ratio $\frac{\text{kualitas}}{\text{biaya}}$

Dari sejak dulu kala orang dalam bisnis selalu menghadapi persaingan. Salah satu cara untuk memenangkan persaingan adalah mempertinggi mutu (kualitas) atau memperendah biaya, bahkan bila mungkin kedua-duanya. Pada umumnya harga perbandingan (ratio) antara kualitas dan biaya dipertinggi.

Ratio $\frac{\text{Kualitas}}{\text{Biaya}}$ ini terdiri dari dua faktor

Faktor biaya dan kualitas, untuk kualitas orang menyadari akan bervariasinya. Kontrol kualitas statistik menyajikan teknik untuk lebih mengerti akan adanya variasi dalam karakteristik kualitas dan menolong untuk secara langsung atau tak langsung memperbaiki

kualitas atau menurunkan biaya atau kedua-duanya.

2) Tingkat kualitas lebih baik

Biasanya orang mencari harga rata-rata, yaitu jumlah pengamatan dibagi banyaknya yang diamati. Rata-rata ini kemudian diinterpretasikan sebagai sifat umum dari yang diamati atau menjadi tingkat produk yang diamati. Memang pada suatu keadaan demikian tetapi pada keadaan yang lain belum tentu spesifikasi karakteristik kualitas biasanya dinyatakan dalam tiga bentuk:

- (1) suatu nilai dengan plus dan minus toleransi
- (2) nilai maksimum saja
- (3) nilai minimum saja.

Jika digunakan band toleransi, maka nilai pokok (mean atau μ) terletak ditengah band. Umpamanya band toleransi: $1,00 \pm 0,001$ untuk diameter lubang pipa 1,00 cm dengan toleransi $\pm 0,001$ cm. Timbul pertanyaan, seandainya digunakan band toleransi dan nilai pokok ditengah, maka sejauh mana kualitas produksi boleh bervariasi sekitar nilai pokok? Statistik akan menolong menjawab pertanyaan ini. Jika digunakan limit toleransi satu sisi, timbul pertanyaan, sejauh mana tingkat kualitas dibolehkan mendekati limit. Untuk menjaga kualitas jauh dari harga limit biasanya membutuhkan biaya yang mahal. Suatu contoh, seandainya ditentukan kualitas baja maksimum mengandung sulphur 0,03%. Untuk menjaga kualitas jauh dari 0,03% perlu biaya yang mahal, tetapi kalau produksi mendekati 0,03% berarti tingkat kualitas kurang baik, meskipun hal ini dibolehkan. Hal seperti ini juga akan diolah secara statistik.

3) Menjaga kualitas lebih uniform (merata)

Sudah berpuluh-puluh tahun yang lalu dianggap bahwa memproduksi suatu barang dapat dibuat sama persis jika diadakan pengawasan yang ketat dalam proses produksi. Ternyata hal ini tidak benar, duplikasi yang tepat untuk suatu barang adalah tidak mungkin penyimpangan kualitas bagaimanapun kecilnya akan terjadi. Selama variasi kualitas tidak menunjukkan gejala yang besar maka proses produksi dikatakan cukup terkontrol secara statistik. Sering juga dikatakan bahwa produksinya tidak menunjukkan banyak variasi kualitas atau singkatnya produksinya uniform. Kontrol kualitas akan menjaga ke-uniforman ini.

4) Penyediaan bahan baku yang lebih baik

Jika dalam produksi digunakan bahan baku dari beberapa sumber, maka metode statistik akan menolong menentukan penilaian sumber bahan baku. Apalagi jika biaya produksi untuk menjaga kualitas produksi

sangat dipengaruhi oleh sumber bahan baku, maka pemilihan ini menjadi sangat penting. Suatu contoh, pabrik gula akan memproduksi gula dengan kualitas tertentu. Tebu sebagai bahan baku datang dari ladang-ladang yang berbeda mutunya. Jika tanpa penyesuaian proses produksi maka kualitas gula hasil pabrik itu akan sangat bervariasi.

5) Penggunaan alat produksi yang lebih efisien

Di dalam suatu industri sering digunakan beberapa mesin untuk memproduksi barang yang sama. Tentunya tiap mesin mempunyai karakteristik tersendiri, perlu penyetelan atau bahkan perlu direparasi. Jika digunakan gambar kontrol untuk setiap mesin, maka petugas akan segera tahu akan keadaan mesin, apakah perlu segera penyetelan atau perlu dihentikan. Tentunya untuk hal ini juga digunakan statistika.

6) Mengurangi kerja ulang atau pembuangan

Tentunya dalam membuat suatu barang diinginkan sekali jadi dan memenuhi segala syarat (kualitas) yang diinginkan. Hal ini dapat dicapai jika selalu diadakan pengontrolan kualitas secara baik. Jika hal ini tidak dilakukan maka hasil produksi akan banyak yang dibuang karena tidak memenuhi syarat atau diproses kembali. Keduanya sangat merugikan perlu biaya dan waktu.

7) Inspeksi yang lebih baik

Maksud utama dalam inspeksi adalah menentukan apakah suatu produk itu memenuhi suatu kualitas yang diinginkan atau tidak. Prosedur inspeksi biasanya ada tiga macam:

- a. inspeksi 100% lebih
- b. inspeksi 100%
- c. sampling.

Sering dijumpai bahwa suatu produk kualitasnya jatuh pada batas toleransi. Petugas susah untuk menerima atau menolak produk itu, maka produk itu dikontrol lagi, mungkin oleh petugas lain atau saat lain. Ini sering disebut sebagai inspeksi lebih 100%. Jika untuk mengontrol kualitas suatu produk dengan merusak atau sangat mahal atau perlu waktu lama maka pengontrolan dilakukan secara sampling. Contoh. Pemerintah pesan 1000 butir peluru roket dengan daya tembak tertentu. Jika pesanan ini datang, apakah akan diuji semua? Tentunya tidak mungkin. Di sini mungkin hanya diuji beberapa butir saja. Tentunya timbul persoalan bagaimana memilih beberapa butir yang akan diuji itu? Ini merupakan persoalan statistika, khususnya sampling.

8) Memperbaiki hubungan produsen - konsumen

Banyak industri sekarang ini menggunakan komponen-komponen dari hasil industri lain. Pabrik mobil menggunakan roda hasil industri lain. Pabrik minuman menggunakan gula dari pabrik lain. Pabrik tahu atau tempe menggunakan bahan baku kedelai hasil pak tani, dan masih banyak lagi contoh hubungan seperti ini.

Di sini akan tampak bahwa bahan baku dari industri lain akan sangat mempengaruhi kualitas produksi, atau mungkin malah merusak kualitas. Jika produsen bahan baku itu memberikan kualitas yang baik, maka tentunya akan meningkatlah hubungan antara produsen dan konsumen. Saling percaya-mempercayai dan tentunya tidak akan ada klaim ataupun keluhan dari konsumen.

9) Spesifikasi lebih baik

Banyak spesifikasi dalam industri, di sini akan disinggung hanya spesifikasi yang menyangkut statistika. Biasanya menyatakan spesifikasi suatu produk dengan suatu limit toleransi untuk suatu ciri kualitas. Limit toleransi ini harus memenuhi kebutuhan dan harus mampu dihasilkan. Produk tanpa spesifikasi akan menyulitkan konsumen. Seandainya pupuk yang dihasilkan suatu pabrik tanpa disebutkan kandungan-kandungan yang ada di dalamnya maka petani pengguna tidak akan menggunakan hasil produk itu. Celana hasil produksi konveksi, seandainya tanpa spesifikasi (ukuran) maka toko penjual akan repot melayani pembeli untuk mencoba-coba ukuran yang cocok.

Tentunya spesifikasi ini memenuhi kebutuhan. Susah mencari ukuran kaos oblong lebih dari 46, atau mencari ukuran sepatu orang dewasa kurang dari 35. Mengapa produsen kaos oblong atau sepatu hanya memproduksi ukuran-ukuran tertentu saja? Tentunya kebanyakan pengguna mempunyai ukuran-ukuran itu. Apakah diproduksi sama banyaknya untuk setiap ukuran? Tentunya tidak. Statistika akan menolong menjawab pertanyaan-pertanyaan ini.

Perbedaan antara kontrol kualitas dan inspeksi

Segala organisasi yang terkait dalam kegiatan produksi kontrol kualitas dan inspeksi kedua-duanya memegang peranan yang penting. Meskipun demikian keduanya mempunyai perbedaan. Kegiatan inspeksi ditekankan pada kualitas hasil produksi yang telah lewat. Umpama pabrik memproduksi bola baja dengan diameter $1,2 \pm 0,005$ cm sebanyak 1000 butir. Inspektur hanya mengamati 1000 butir ini saja, apakah mereka memenuhi syarat atau tidak. Jika dari 1000 butir ini ada yang tidak memenuhi syarat, maka dia minta kepada pabrik untuk memproduksi lagi sampai tercapai 1000 butir memenuhi syarat.

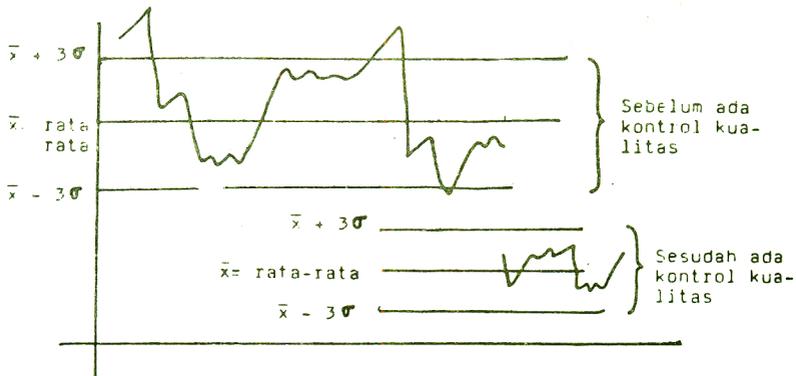
Pada kontrol kualitas penekanan pada kualitas produksi mendatang.

Alat atau metode yang digunakan dalam kontrol kualitas adalah statistik. Pada contoh di atas seandainya diadakan uji kualitas pada saat-saat tertentu, umpama saja tiap hasil kelipatan sepuluh (hasil ke 10, 20, 30,) diuji apakah memenuhi syarat atau tidak. Dan seandainya terdapat dua cacat (tidak memenuhi syarat) pada pengamatan berurutan, maka diadakan koreksi atau penyetelan mesin atau mungkin penghentian produksi. Pada dasarnya kontrol kualitas mengambil kesimpulan dari sampel yang diamati untuk dasar penentuan kelanjutan proses produksi.

4.1.1.2 Contoh persoalan-persoalan Kontrol Kualitas

a. Mempertinggi mutu produksi

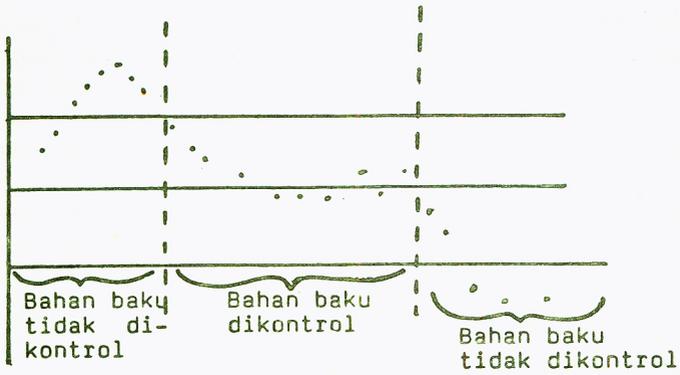
Biasanya dalam proses produksi selalu timbul keinginan produsen untuk mempertinggi mutu produksinya, entah itu bewujud memperkecil variasi produksi ataupun memperbaiki rata-rata produksi, bahkan sering kedua-duanya sekaligus. Hal ini dapat dilihat dari gambar di bawah ini.



Setelah diadakan kontrol kualitas rata-rata menjadi lebih kecil dengan band toleransi yang sempit dan semua hasil produksi masuk dalam band toleransi.

b. Pengaruh mutu bahan baku

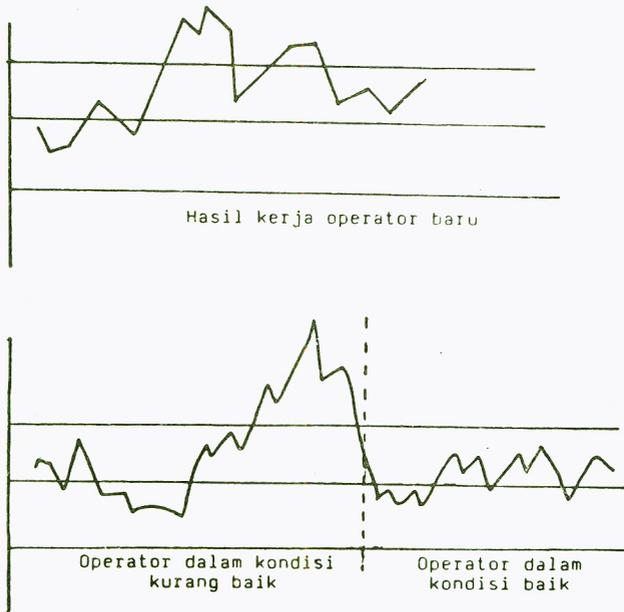
Hasil produksi sangat dipengaruhi oleh mutu bahan baku. Jika bahan baku mutunya tidak tetap, sering baik tapi juga sering jelek, maka hasil produksi pun demikian. Sehingga kontrol kualitas untuk menguji mutu bahan baku sangat penting. Lihat gambar.



Gambar 2

c. Pengaruh Operator

Jika mesin dipegang oleh operator yang kurang berpengalaman maka hasil produksi terlalu banyak variasinya. Juga, kalau keadaan operator sedang kurang sehat, meskipun dia merupakan operator yang sudah berpengalaman hasil kerjanya pun kurang baik, tidak stabil.



Gambar 3

4.1.2 Latihan 1

- 1) Coba bedakan antara kontrol kualitas dan inspeksi?
- 2) Berikan beberapa macam arti "kualitas"?
- 3) Apa pengertian:
 - a. kontrol?
 - b. kontrol kualitas?
 - c. kontrol kualitas statistik?
- 4) Apakah pengaruh temperatur ruang pabrik mempengaruhi kualitas produksi? Terangkan jawaban Anda dengan suatu contoh industri.
- 5) Apakah konsumen dapat mempengaruhi mutu hasil produksi? Terangkan jawaban Anda dengan suatu contoh.

Kunci Jawaban Latihan

- 1) Baca kembali bagian terakhir Kegiatan Belajar 1
- 2) Baca kembali pada Pengantar.
- 3) Seperti pada 2
- 4) dan 5. Banyak contoh yang mendukung pertanyaan ini. Tentunya jawaban pertanyaan adalah mempengaruhi hasil produksi.

4.1.3 Rangkuman

Pada Kegiatan Belajar 1 dapat dirangkum beberapa topik yang penting:

Keuntungan kontrol kualitas statistik

- 1) Dari ratio: $\frac{\text{Kualitas}}{\text{Biaya}}$ disadari makin baik kualitas makin tinggi ratio ini, maka kontrol kualitas perlu.
- 2) Tingkat kualitas lebih baik. Dengan menggunakan band toleransi dapat diamati variasi produksi yang masih dapat ditoleransi. Jika terlalu banyak produksi yang jatuh di luar band toleransi berarti produksi tidak memenuhi harapan.
- 3) Menjaga mutu (kualitas) lebih uniform. Meskipun digunakan alat produksi yang sangat peka, tetapi hasil produksi tidak dapat persis sama ada variasi. Untuk menjaga uniformitas produksi perlu kontrol kualitas.

- 4) Penyediaan bahan baku yang lebih baik. Bahan baku yang datang dari luar perlu dikontrol kualitasnya agar variasi produksi tidak terlalu besar.
- 5) Penggunaan alat produksi lebih efisien. Dengan kontrol kualitas segera diketahui mesin (alat produksi) mana yang memerlukan penyetelan atau perawatan.
- 6) Mengurangi kerja ulang. Jika dalam proses produksi tidak diadakan kontrol kualitas maka hasil produksi yang tidak memenuhi syarat akan dibuang atau diulang prosesnya.
- 7) Inspeksi lebih baik.
- 8) Memperbaiki hubungan produsen dan konsumen.
- 9) Spesifikasi lebih baik.

4.1.4 Tes Formatif 1

- 1) Dalam bentuk unit produksi yang bagaimana kontrol kualitas secara teknik statistik dapat diterapkan?
 - a. produksi masal
 - b. produksi tidak diulang
 - c. kerajinan tangan
 - d. produksi jasa.
- 2) Mengapa metode statistik sangat penting dalam Kontrol Kualitas?
 - a. karena perhitungan statistik menggunakan matematik.
 - b. karena grafik poligon dalam statistik dapat menggambarkan kecenderungan data
 - c. karena dalam statistika dapat dicari mean dan deviasi standar
 - d. karena statistik menyajikan alat yang sangat efektif untuk menganalisis hal-hal yang tidak pasti (inexact).
- 3) Hal-hal di bawah ini mana yang menjadi keberatan dalam penggunaan Kontrol Kualitas.
 - a. Kontrol Kualitas mengurangi kemampuan teknik (engineering)
 - b. Kontrol Kualitas susah dikerjakan
 - c. Kontrol Kualitas merusak semua hasil produksi
 - d. Kontrol kualitas meningkatkan ongkos produksi.
- 4) Unsur-unsur di bawah ini adalah penyebab mengapa dalam proses

produksi sebaiknya digunakan kontrol kualitas statistik.

- a. modal dan waktu
- b. kecepatan produksi
- c. bahan baku, orang, sistem produksi dan alat produksi
- d. ukuran benda yang diproduksi.

- 5) Sebutkan salah satu keuntungan penggunaan kontrol kualitas dalam proses industri.
- a. menghambat penyediaan bahan baku
 - b. proses produksi lebih cepat
 - c. penurunan harga hasil produksi
 - d. pengurangan tenaga kerja sehingga proses produksi lebih efisien.

4.1.5 Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian belakang Modul ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{5} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = sedang

- 69% = kurang.

Kalau tingkat penguasaan Anda mencapai 80% ke atas Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1 terutama bagian yang belum Anda kuasai.

4.2 Kegiatan Belajar 2

KONSEP STATISTIK DAN PROBABILITAS.

4.2.1 Uraian dan Contoh

4.2.1.1 Konsep Statistik

Anda tentunya telah mempelajari modul-modul pada Metode Statistik I dan II secara baik. Di sini, pada kontrol kualitas, sebetulnya tidak perlu lagi mengulang apa yang telah dibicarakan dalam Metode Statistik I dan II. Tidak ada jeleknya jika hal-hal yang perlu di sini diulang dan diperluas lagi sesuai dengan kebutuhan kontrol kualitas. Diharapkan jangan sampai terjadi apa yang diperlukan belum dibicarakan. Pada dasarnya kontrol kualitas merupakan penerapan statistika pada proses produksi, maka diperlukan pengertian yang tepat dan jelas akan konsep-konsep statistik untuk menghindari salah interpretasi. Salah interpretasi dalam proses produksi mengakibatkan tambahan biaya produksi atau penurunan kualitas produksi, tentunya hal ini tidak diinginkan dalam proses produksi. Tidak semua personalia yang terlibat dalam kontrol kualitas harus menguasai statistika. Diharapkan para sarjana statistika dapat memberikan sumbangan yang mantap dan memadai untuk menyusun cara atau metode kontrol kualitas yang baik. Tentunya yang mudah dilaksanakan oleh tenaga nonakademis, dengan biaya murah dan tidak mengganggu kelancaran proses produksi, tetapi hasilnya dapat mempertinggi mutu produksi dan reliabel.

Pola atau bentuk variasi

Dalam memproduksi barang secara massal tentu akan dijumpai variasi meskipun sudah ditentukan ukuran maupun kualitasnya. Hal ini pun terjadi pula pada industri yang menggunakan mesin-mesin dengan persisi tinggi sekalipun ada tiga macam variasi yang dapat terjadi:

- a. Variasi yang terdapat pada unit (barang) itu sendiri. Seandainya ingin diproduksi meja dengan tinggi 80 cm. Mungkin terjadi kaki meja yang satu tingginya 80,01 cm, yang lain 79,98 cm, dan lainnya lagi.
- b. Variasi yang timbul di antara unit-unit yang dihasilkan selama waktu tertentu. Seandainya diproduksi sekrup dengan panjang 5 cm selama satu jam. Sekrup-sekrup hasil selama satu jam itu terdapat bermacam-macam ukuran (semuanya sekitar 5 cm).
- c. Variasi yang ditimbulkan oleh produksi yang berlainan waktunya.

Hasil produksi pagi dan hasil produksi siang akan ada variasinya. Banyak faktor yang menimbulkan variasi ini. Hal ini mungkin disebabkan karena peralatan produksi, getaran mesin, kurangnya homogen bahan mentah, kurang cermatnya operator, perubahan temperatur ruangan, dan lain sebagainya.

Variasi ini sudah disadari oleh para produsen maupun konsumen. Kemudian timbul pertanyaan sejauh mana variasi ini masih dapat ditoleransi. Tentunya makin besar variasi makin kurang baik kualitas produksi karena terlalu banyak yang menyimpang dari standar atau ukuran yang diinginkan. Pengukuran variasi ini dalam statistika disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi, ukuran rata-rata atau tendensi pusat yang dikaitkan dengan ukuran dispersi atau tebaran (spread) distribusi.

Pengumpulan Data

Sebelum dibicarakan teknik pengukuran pola variasi suatu data, lebih dahulu dipahami teknik pengumpulan data. Pada pengumpulan data langkah pertama yang harus diketahui adalah keperluan pengumpulan data. Keperluan atau maksud pengumpulan data harus jelas dan dapat diproses seterusnya. Jika keadaan ini tidak dipenuhi maka data yang terkumpul tak ada gunanya. Seandainya ingin diselidiki sejauh mana kualitas baju hasil produksi perusahaan konveksi. Kemudian yang dikumpulkan data mengenai kancing baju yang rusak dan jahitan yang lepas. Padahal yang diinginkan adalah kecocokan ukuran yang ditempel dengan ukuran baju itu sendiri, apakah baju dengan ukuran 32 betul-betul ukuran 32?

Maka data yang dikumpulkan tentang kancing baju dan jahitan tadi tidak berguna. Dalam pengamatan kualitas biasanya data berbentuk angka-angka. Sehingga harus hati-hati cara pengumpulannya. Semua faktor yang mempengaruhi pengumpulan data ini harus diperhatikan. Ada lima sumber yang mempengaruhi pengukuran:

- 1) kesalahan mengukur apa yang harus diukur
- 2) kesalahan yang disebabkan alat ukur
- 3) kesalahan operator karena keteledoran, kelelahan atau kurang jelas instruksi
- 4) salah catat
- 5) kesalahan yang disebabkan alat hitung.

Kesemua kesalahan yang mungkin terjadi harus diperhatikan dahulu sebelum mengadakan pengukuran.

Variabel dan Attribute

Dua istilah ini dalam statistika dibedakan. Variabel menunjukkan ukuran, karakteristik atau dimensi produk (benda) yang diamati. Seandainya diukur berat anak ayam yang baru lahir dalam gram. Tetapi

jika yang diperhatikan itu hanya banyaknya produk (benda) yang diamati itu baik atau tidak baik, pengumpulan ini menurut atribute. Diamati produksi ban selama satu hari, dihitung berapa yang cacat dan berapa yang baik. Data yang didapat di siei menurut attribute.

Pengamatan menurut attribute biasanya lebih murah daripada menurut variabel. Tetapi untuk mendapatkan informasi yang sama pengamatan menurut attribute perlu lebih banyak dibanding dengan pengamatan menurut variabel.

Tipe Data

Ada dua macam data:

- 1) data diskret, yaitu data yang hanya mempunyai harga-harga tertentu, dan tidak ada harga diantaranya.
- 2) data kontinu, yaitu data yang dapat mencapai sebarang nilai dalam interval tertentu atau limit tertentu. Seandainya diamati banyaknya telur yang menetas dari 100 butir yang ditetaskan. Di sini banyaknya telur yang menetas mungkin 0, 1, 2, ..., 99 atau 100, tidak mungkin yang menetas 72,4 butir. Data banyaknya telur yang menetas adalah diskret.

Jika yang diamati seandainya tebal baja yang diproduksi, di sini tebal baja dapat mencapai sebarang nilai dalam batas tertentu, seandainya dari 0,99 cm dan 1,01 cm. Biasanya data hasil cacah (menghitung) merupakan data diskret, jika data hasil pengukuran berbentuk kontinu. Tetapi karena keterbatasan alat ukur atau pembulatan maka data kontinu tampak seperti diskret. Seandainya diukur tinggi mahasiswa, biasanya ukuran tinggi orang dibulatkan dalam cm, sehingga tinggi mahasiswa berbentuk diskret padahal tinggi mahasiswa adalah kontinu.

Pengelompokan data kontinu

Data kontinu yang dikumpulkan biasanya disajikan atau diatur dalam kelompok-kelompok atau grup-grup. Seandainya diukur tebal baja dengan pembulatan sampai 0,01 mm, jadi jika dikatakan tebal baja 0,34 mm ini mencakup ukuran tebal baja antara 0,335 mm sampai 0,345 mm. Apakah 0,335 mm tidak termasuk dalam ukuran 0,33 mm dan 0,345 mm dalam 0,34 mm atau 0,335 mm dalam 0,34 mm dan 0,345 mm dalam 0,35 mm? Hal ini tergantung pada perjanjian yang dianut.

Pada pengelompokan data kontinu, tiap kelompok dikenal dengan nama kelas atau sel atau interval. Masing-masing kelas mempunyai batas kelas, disebut batas bawah dan batas atas kelas atau batas bawah dan batas atas interval. Rata-rata batas bawah dan batas atas disebut tanda kelas atau tanda interval atau titik tengah kelas atau titik tengah

interval. Selisih batas atas dan batas bawah suatu interval disebut lebar interval. Banyaknya pengamatan yang jatuh ke dalam suatu interval disebut frekuensi interval itu.

Data di bawah ini menunjukkan daya tahan lampu dari 150 pengamatan diukur dengan satuan jam.

No Urut	Kelas (daya tahan lampu)	Frekuensi	Titik tengah
1	1000 - 1099	4	1049,5
2	1100 - 1199	7	1149,5
3	1200 - 1299	32	1249,5
4	1300 - 1399	49	1349,5
5	1400 - 1499	25	1449,5
6	1500 - 1599	16	1549,5
7	1600 - 1699	8	1649,5
8	1700 - 1799	9	1749,5
	Jumlah	150	

Kelas pertama atau interval pertama mempunyai batas bawah 999,5, bukan 1000. Karena pembulatan sampai satuan jam, maka 1000 berarti untuk pengukuran antara 999,5 sampai 1000,5. Batas-batas interval pertama adalah 1099,5. Lebar interval pertama (1099,5 - 999,5) = 100. Juga untuk interval yang lain cara mencari batas interval, lebar interval dan titik tengah interval sama. Titik tengah interval pertama =

$$\frac{1000 + 1099}{2} = 1049,5$$

Penyajian data dapat ditunjukkan dalam dua cara secara grafik, secara tabulasi. Mungkin satu cara lebih baik dari cara yang lain, tetapi mungkin kedua-duanya perlu disajikan. Distribusi frekuensi merupakan tabulasi data diatur menurut ukurannya atau besarnya. Seandainya 100 pengamatan diameter bola baja tercatat pada Tabel 1. Data ini didapat langsung dari pengamatan.

TABEL 1
DIAMETER BOLA BAJA DALAM MM

14,37	14,38	14,34	14,39	14,36
14,29	14,29	14,36	14,41	14,30
14,35	14,31	14,36	14,35	14,30
14,32	14,40	14,37	14,38	14,34
14,35	14,35	14,33	14,36	14,38
14,34	14,32	14,32	14,33	14,30
14,27	14,31	14,36	14,33	14,41
14,35	14,32	14,34	14,33	14,35
14,37	14,38	14,35	14,36	14,35
14,39	14,37	14,31	14,45	14,31
14,28	14,39	14,34	14,36	14,31
14,34	14,37	14,34	14,36	14,36
14,35	14,34	14,35	14,31	14,34
14,37	14,36	14,36	14,38	14,31
14,31	14,30	14,36	14,35	14,32
14,40	14,33	14,32	14,34	14,33
14,37	14,39	14,33	14,34	14,36
14,36	14,32	14,37	14,38	14,35
14,35	14,33	14,31	14,30	14,34
14,33	14,29	14,35	14,35	14,31

Tabel 2 menunjukkan distribusi frekuensi data dari Tabel 1 dengan ukuran sebenarnya. Pada Tabel 1 belum tampak variasi ukuran diameter bola baja atau sulit untuk mengatakan variasinya. Juga susah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan:

a) Berapa buah yang diameternya 14,37?

b) Berapa buah yang diameternya antara 14,30 dan 14,35?

Pada Tabel 2 pertanyaan-pertanyaan itu mudah dijawab. Frekuensi kumulatif pada Tabel 2 yaitu menunjukkan frekuensi terkumpul menyatakan banyaknya bola baja dengan diameter sama atau lebih besar dari ukuran tertentu. Tentunya dapat pula dibuat frekuensi kumulatif yang menyatakan sama atau lebih kecil. Coba Anda buat sendiri.

TABEL 2
TABEL FREKUENSI DIAMETER 100 BOLA BAJA

Diameter	Tally	Frekuensi	Frekuensi kumulatif
14,27	1	1	100
14,28	1	1	99
14,29	111	3	98
14,30	||||	5	95
14,31	|||| 1111	9	90
14,32	|||| 1111	9	81
14,33	|||| ||||	10	72
14,34	|||| |||| 11	12	62
14,35	|||| |||| 1111	14	50
14,36	|||| |||| 111	13	36
14,37	|||| 111	8	23
14,38	|||| 1	6	15
14,39	1111	4	9
14,40	11	2	5
14,41	11	2	3
14,42	-	-	1
14,43	-	-	1
14,44	-	-	1
14,45	-	1	1

Jika pengamatan (data) banyak, penyajian data seperti Tabel 2 kurang praktis, biasanya disajikan berkelompok dalam bentuk tabel frekuensi dengan interval.

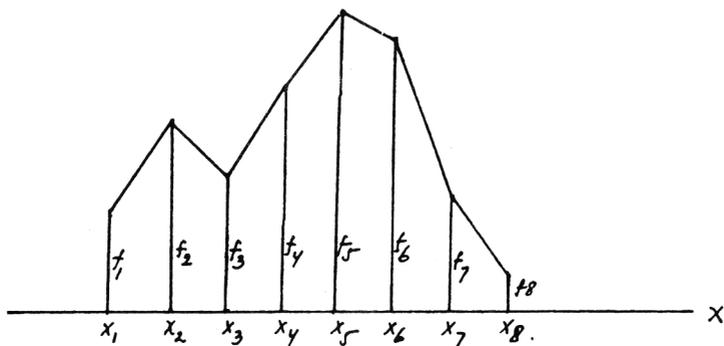
TABEL 3
TABEL FREKUENSI DIAMETER 100 BOLA BAJA DENGAN INTERVAL

Diameter	Frekuensi	Frekuensi kumulatif
14,27 - 14,28	2	100
14,29 - 14,30	8	98
14,31 - 14,32	18	90
14,33 - 14,34	22	72
14,35 - 14,36	27	50
14,37 - 14,38	14	23
14,39 - 14,40	6	9
14,41 - 14,42	2	3
14,43 - 14,44	0	3
14,45 - 14,46	1	1

Selain tabel frekuensi data dapat disajikan dalam bentuk grafik. Beberapa bentuk grafik yang penting:

a. Poligon.

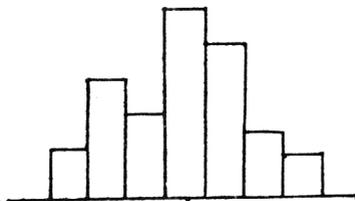
Grafik poligon didapat dengan cara, pertama dibuat garis mendatar. Pada garis ini diletakkan harga-harga pengamatan atau titik tengah interval jika data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi. Kedua tarik garis-garis tegak pada garis mendatar tadi untuk setiap titik (pengamatan). Ketiga ukurkan tinggi pada garis tegak ini sesuai dengan frekuensi masing-masing. Keempat tarik garis penghubung dari titik ujung garis tegak ke titik ujung garis tegak berikutnya. Lihat gambar 1 dan 2



Gambar 1: Poligon

b. Histogram

Histogram terdiri dari kolom-kolom. Cara membuatnya pertama buat garis mendatar, pada garis ini diletakkan batas-batas interval (kelas). Kedua, pada titik-titik batas interval ini dibuat garis-garis tegak dan ukurkan tinggi pada garis tegak ini sesuai dengan frekuensi masing-masing interval. Akhirnya hubungkan titik ujung garis tegak itu dengan titik ujung garis tegak pada batas interval yang bersesuaian, tentunya garis akhir ini sejajar garis mendatar.

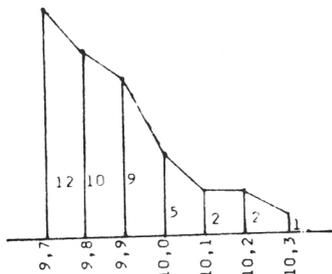


Gambar 2: Histogram

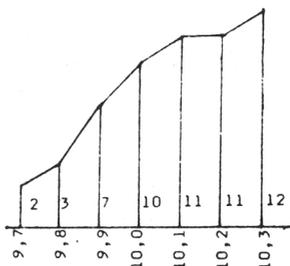
Sering terjadi beberapa data digambar pada satu diagram. Umpama data pengamatan hari ini digambar bersama dengan data pengamatan kemarin. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah variasi hasil produksi hari ini lebih baik dari hasil produksi kemarin. Jika hal ini terjadi, garis poligon (histogram) yang satu berwarna lain, dengan garis poligon (histogram) yang lain, akan menolong pengamat untuk menganalisis data.

c. Ogive

Pada poligon yang digunakan frekuensi masing-masing titik pengamatan (interval). Jika digunakan frekuensi kumulatif pada masing-masing titik pengamatan, kemudian titik ujung garis tegak yang berturutan dihubungkan, terjadilah grafik yang disebut ogive. Karena ada dua macam frekuensi kumulatif, "lebih besar" dan "lebih kecil" maka ada dua macam ogive. Gambar 3 menunjukkan ogive "lebih besar" sedangkan gambar 4 menunjukkan ogive "lebih kecil" data pada tabel 4.



Gambar 3



Gambar 4

TABEL 4: DATA BERAT BOLA BAJA

No Urut	Ukuran berat (gram)	Frekuensi	Frekuensi lebih besar	Frekuensi kumulatif lebih kecil
1	9,7	2	12	2
2	9,8	1	10	3
3	9,9	4	9	7
4	10,0	3	5	10
5	10,1	1	2	11
6	10,2	0	2	11
7	10,3	1	1	12
	Jumlah	12		

4.2.1.2 Harga tengah dan ukuran dispersi

Tentunya Anda masih ingat apa yang disebut: mean, median, modus (mode), range, deviasi mean dan deviasi standar pada mata kuliah Metode Statistik I. Di sini akan diulang pengertian-pengertian itu, juga akan dibicarakan ukuran kemencengan (skewness).

Mean. Sering pula disebut rata-rata atau rata-rata hitung (arithmetic mean), dengan rumus

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

n = banyaknya pengamatan

x_1 = nilai atau harga pada pengamatan ke i

Jika data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi maka rumus mean menjadi

$$\bar{X} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

$$\sum_{i=1}^n f_i$$

f_i = frekuensi kelas (interval) ke i

$\sum_{i=1}^n f_i$ = jumlah semua frekuensi, jadi ini menunjukkan banyaknya pengamatan (seluruhnya)

x_i = nilai atau harga pada pengamatan ke i atau titik tengah interval ke i

Contoh: 1. Cari mean dari data Tabel 1 (cari rata-rata diameter bola baja dari data pada Tabel 1 (Kegiatan Belajar 2).

$$\bar{X} = \frac{1434,48}{100} = 14,3448.$$

2. Cari rata-rata diameter bola baja dari data yang disajikan pada Tabel 3

No Urut	Diameter (interval)	Frekuensi f_i	Titik tengah x_i	$x_i f_i$
1	14,27 - 14,28	2	14,275	28,550
2	14,29 - 14,30	8	14,295	114,200
3	14,31 - 14,32	18	14,315	254,430
4	14,33 - 14,34	22	14,335	315,370
5	14,35 - 14,36	27	14,355	387,585
6	14,37 - 14,38	14	14,375	201,250
7	14,39 - 14,40	6	14,395	86,370
8	14,41 - 14,42	2	14,415	28,830
9	14,43 - 14,44	0	14,435	0
10	14,45 - 14,46	1	14,455	14,455
	Jumlah	100		1431,040

$$\bar{X} = \frac{1431,040}{100} = 14,31$$

Contoh 1 dan 2 diambil dari pengamatan yang sama, tetapi setelah data diatur dalam bentuk tabel frekuensi nilai rata-rata jadi lain. Mengapa? Maka dalam penyajian data secara tabel frekuensi harus hati-hati, jangan terlalu lebar intervalnya.

Median

Median juga merupakan harga menengah, merupakan nilai atau harga yang membagi seluruh data menjadi dua kelompok yang sama banyaknya. Satu kelompok dengan nilai atau harga yang lebih kecil dari median dan kelompok yang lain terdiri dari nilai atau harga yang lebih besar. Untuk mencari median, maka data diurutkan menurut besarnya, mulai dari kecil kemudian besar (atau sebaliknya). Setelah diatur menurut besar dicari nilai atau harga yang letaknya ditengah, inilah median. Jika banyaknya pengamatan ganjil ($2k + 1$) maka pengamatan ke $(k + 1)$ merupakan median, tentunya setelah diurutkan, x_{k+1}

$$\underbrace{x_1, x_2, \dots, x_k}_{k \text{ pengamatan}} \quad \underbrace{x_{k+1}, x_{k+2}, \dots, x_{2k+1}}_{k \text{ pengamatan}}$$

Jika banyaknya pengamatan genap $2k$, maka sebagai median diambil

$$\frac{x_k + x_{k+1}}{2}$$

x_k = nilai pengamatan ke k setelah diurutkan
 x_{k+1} = nilai pengamatan ke k+1 setelah diurutkan

Contoh: Di bawah ini data daya tahan 20 lampu

140	143	137	134
138	143	147	148
139	133	137	135
143	141	145	140
142	142	134	136

Berapakah median data di atas?

Untuk mencari median, data perlu diatur menurut besarnya:

133 134 134 135 136 137 137 138 139 140
 140 141 142 142 143 143 143 145 147 148

Di sini ada 20 pengamatan, $2k = 20$

$$\text{Jadi median} = \frac{x_k + x_{k+1}}{2} = \frac{x_{10} + x_{11}}{2} = \frac{140 + 140}{2} = 140$$

Median tidak terpengaruh harganya, jika harga-harga pengamatan yang ekstrim berubah. Maka jika terdapat harga ekstrim (sangat besar atau kecil) median lebih baik sebagai harga menengah daripada mean. Tetapi median dipengaruhi oleh perubahan banyaknya pengamatan (besar sampel).

Modus (Mode) suatu nilai atau harga yang mempunyai frekuensi terbesar. Dari contoh di atas, mode = 143, karena 143 muncul tiga kali atau frekuensinya 3 dan ini merupakan frekuensi terbesar. Data mungkin mempunyai lebih dari satu mode. Data dengan dua mode disebut bimodel. Jika dilihat dari grafik poligonnya mempunyai dua puncak yang sama tinggi.

Contoh data bimodal:

Tinggi mahasiswa di kelas saya:

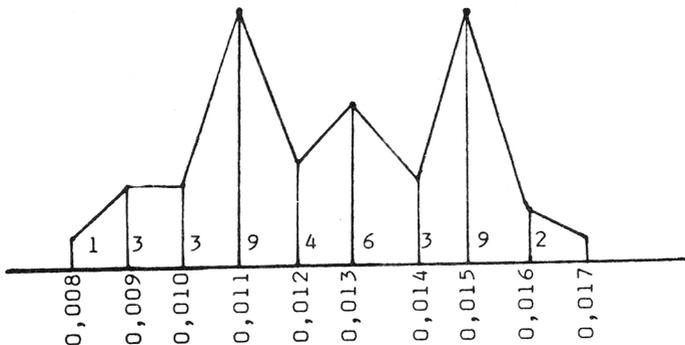
154, 156, 157, 159, 159, 159, 159, 161, 161, 162,
 162, 163, 163, 163, 163, 165, 166, 167, 169, 170,
 170, 172, 172, 172, 173, 173, 175, 176, 176, 180,

Di sini 159 muncul 4 kali dan 163 juga 4 kali, sehingga 159 dan 163 kedua-duanya jadi mode.

No Urut	Tabel lempeng baja (cm)	Frekuensi
1	0,008	1
2	0,009	3
3	0,010	3
4	0,011	9
5	0,012	4
6	0,013	6
7	0,014	3
8	0,015	9
9	0,016	2
10	0,017	1

Mode= 0,011 atau 0,015

Grafik data di atas:



Kuartil

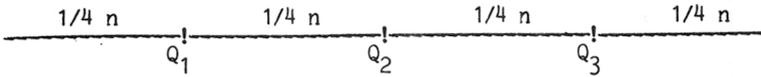
Jika median membagi data menjadi dua kelompok, maka kuartil membagi data menjadi empat kelompok. Masing-masing kelompok banyaknya anggota sama. Pembagian kelompok ini juga setelah data diurutkan menurun besarnya. Ada tiga macam kuartil, kuartil pertama (Q_1), kuartil kedua (Q_2) dan kuartil ketiga (Q_3).

Q_1 = nilai yang membagi data menjadi dua kelompok, satu kelompok $1/4$ n lebih kecil dari Q_1 dan kelompok yang lain $3/4$ n lebih besar dari Q_1 .

Q_2 = median

Q_3 = nilai yang membagi data menjadi dua kelompok, satu kelompok $3/4$ n lebih kecil dari Q_3 dan kelompok yang lain $1/4$ n lebih besar dari Q_3 .

Jadi Q_1 , Q_2 dan Q_3 bersama-sama membagi data menjadi 4 bagian yang sama banyaknya ($1/4 n$).



Catatan : Mengatur data menurut besarnya, di sini dimulai dari yang terkecil.

Decile dan Percentile

Decile membagi data menjadi 10 bagian sama banyak ($1/10 n$) jadi ada sembilan macam decile ($D_1, D_2 \dots\dots D_9$). Percentile membagi data menjadi 100 bagian sama banyak ($1/100 n$), ada 99 macam percentile ($P_1, P_2 \dots\dots P_{99}$). Coba definisikan sendiri decile dan percentile ini.

Ukuran dispersi atau ukuran terpercarnya data

Ada beberapa macam ukuran dispersi: Range, deviasi mean, deviasi standar dan inter-kuartil. Ukuran dispersi atau terpercarnya data menunjukkan sejauh mana data itu terpecah, makin besar ukuran dispersi makin terpecah datanya.

Range ditulis R adalah selisih nilai terbesar dan nilai terkecil.

$$R = x_{maks} - x_{min}$$

x_{maks} = nilai maksimum atau nilai terbesar

x_{min} = nilai minimum atau nilai terkecil.

Deviasi mean, ukuran dispersi yang berpangkal pada harga mean. Jarak tiap pengamatan terhadap mean, $|x_i - \bar{x}|$. Kemudian dicari rata-rata jarak ini.

$$\text{Deviasi mean} = \frac{|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + \dots\dots + |x_n - \bar{x}|}{n}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

Di sini jarak adalah harga mutlak selisih untuk mencari deviasi mean harus dicari harga mean lebih dahulu. Jika data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi, maka deviasi mean:

$$D.M = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i}$$

Deviasi standar.

Telah Anda pelajari dalam Metode Statistika, deviasi standar rumusnya

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Jika data dalam bentuk berkelompok

$$S_s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{(\sum f_i) - 1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i}}{(\sum f_i) - 1}}$$

Deviasi standar ini selalu dicari untuk mengambil kesimpulan dari suatu data. Variansi juga merupakan ukuran dispersi suatu data, dengan rumus:

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}$$

atau

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{(\sum f_i) - 1} = \frac{\sum x_i^2 f_i - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i}}{(\sum f_i) - 1}$$

Koefisien variasi

Koefisien variasi ini sering dijumpai dalam proses industri dengan rumus dalam persentase:

$$\text{Koefisien variasi} = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

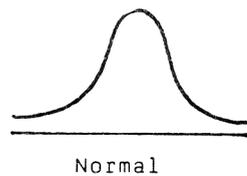
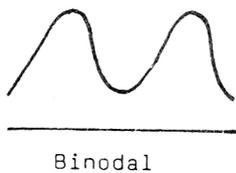
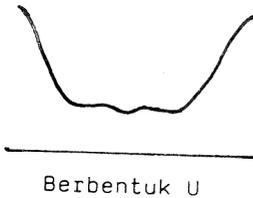
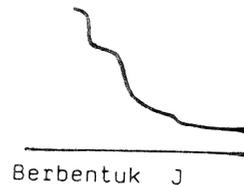
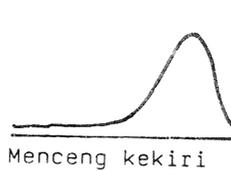
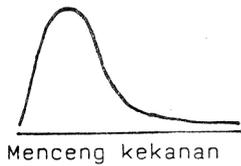
Distribusi frekuensi

Tentunya telah Anda kenal distribusi frekuensi dalam mata kuliah Metode Statistika. Dalam Kontrol Kualitas distribusi frekuensi banyak sumbangannya:

1. dari distribusi frekuensi tampak bahwa ada variasi dalam produksi.
2. grafik produksi akan mudah kelihatan bentuknya, tentunya variasi produksi juga segera tampak.
3. distribusi frekuensi akan menolong mempelajari bagaimana mengontrol variasi.

Berdasarkan distribusi frekuensi dapat digambar grafiknya. Beberapa macam bentuk grafik yang biasa dijumpai dalam produksi:

1. kurve menceng (skew)
2. kurve berbentuk J
3. kurve berbentuk U
4. kurve dengan modus (bimodal)
5. kurve berbentuk normal.



4.2.1.3 Probabilitas

Di sini hanya akan diungkap kembali rumus-rumus probabilitas yang telah Anda pelajari dalam Metode Statistika. Tentunya hanya yang penting yang diperlukan dalam Kontrol Kualitas. Hal ini akan dibicarakan lebih mendalam pada kuliah Pengantar Probabilitas.

a. Jika A, B kejadian (event), maka:

- 1) $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$
- 2) $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$

$$3) P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, \text{ untuk } P(B) \neq 0$$

4) A, B dikatakan independen jika $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$

b. Jika A_1, A_2, \dots, A_n mengadakan partisi pada S_i

$$\text{maka } P(A_j|E) = \frac{P(A_j \cap E)}{\sum_{i=1}^n P(A_i \cap E)}$$

untuk sebarang kejadian E. Rumus Bayes.

c. Distribusi Binomial

X = banyaknya sukses dalam n independen binomial trial.

$$P(X=k) = {}^n C_k \cdot p^k \cdot q^{n-k}$$

p = P(sukses tiap trial)

q = 1-p = P(tidak sukses tiap trial)

$${}^n C_k = \frac{n!}{k! (n-k)!}$$

X = 0, 1, 2, 3,

Harga harapan $\bar{X} = E(X) = np$

Variance X = $\sigma^2 = \text{Var}(X) = npq$.

d. Distribusi Poisson

X = 0, 1, 2, 3,

$$P(X=k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

λ suatu konstan

Harga harapan $\bar{X} = E(X) = \lambda$

Variance X = $\sigma^2 = \text{Var}(X) = \lambda$

Distribusi Poisson dapat digunakan untuk mendekati harga probabilitas Binomial jika n besar dan p kecil dengan mengambil

$$\lambda = np$$

$$P(X=k) = {}^n C_k p^k q^{n-k} \approx \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

e. Distribusi Hypergeometri:

Dalam pengawasan kualitas sering terjadi keadaan suatu kiriman N unit terdapat k unit yang cacat dan (N-k) unit yang baik. Diambil

unit terdapat k unit yang cacat dan (N-k) unit yang baik. Diambil sampel secara acak u unit dari kiriman itu. Jika X = banyaknya yang cacat dalam n unit diambil, maka probabilitas akan terdapat n, unit yang cacat adalah

$$P(X = n_1) = \frac{n_1 C_k \cdot n_2 C_{N-k}}{n C_N}$$

$n_2 = n - n_1$, di sini $X = 0, 1, 2, \dots, n$.

Harga harapan $X = E(X) = n \cdot \frac{k}{N}$

Variance $X = \sigma^2 = \text{Var}(X) = n \cdot \frac{k}{N} \cdot \frac{N-k}{N} \left[\frac{N-n}{N-1} \right]$

f. Distribusi Normal

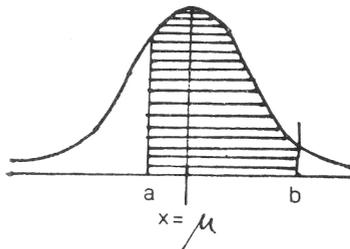
Fungsi densitas normal:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-1/2 \left[\frac{x - \mu}{\sigma} \right]^2}$$

$$P(a < x < b) = \int_a^b f(x) dx$$

Harga harapan $X = E(x) = \mu$

Variance $X = \text{Var}(x) = \sigma^2$



Fungsi densitas normal standar

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2}$$

Harga harapan $Z = E(Z) = 0$

Variance $Z = \text{Var}(Z) = 1$

Catatan: Harga harapan juga disebut mean.

4.2.1.4 Contoh kegiatan dalam proses produksi dengan menggunakan statistika.

Contoh paling dekat dengan kita adalah pada waktu Bapak-Ibu guru menentukan ranking nilai murid dalam kelas. Ada berapa persen yang mendapat nilai lebih dari 80? Ada berapa murid yang tinggal kelas?

Tentunya Anda sendiri telah menjalankan statistika untuk keadaan sehari-hari. Berapa liter bensin Anda perlukan satu bulan? Bagaimana kalau busi kendaraan Anda baru, apakah kebutuhan bensin menurun?

Tentunya produsen juga secara formal ataupun tidak sudah menggunakan statistika dalam proses produksinya. Kalau produsen mengerti kemampuan mesin hanya 500 unit/hari, maka dia tidak akan menerima pesanan 100.000 unit dalam satu minggu.

Jika karyawan A menurut daftar hadir rata-rata 7 hari tidak hadir dalam sebulan, tentunya manajer enggan menaikkan pangkatnya.

Kalau diketahui 100 unit t'v ada 2 yang rusak tentunya dapat dihitung kemungkinannya ada yang rusak dari 5 unit t'v yang Anda beli. Masih banyak contoh pengetrapan statistika dalam proses produksi maupun oleh konsumen.

4.2.2 Latihan 2

1) Diketahui data di bawah ini menunjukkan 100 pengamatan daya tahan ban (dalam hari).

321	370	345	356	246
345	242	362	425	231
370	305	371	512	454
400	436	372	427	331
298	261	349	360	365
364	302	356	372	326
371	363	341	364	370
287	411	425	510	410
415	513	504	381	269
392	364	373	382	355
521	361	341	342	340
409	352	367	367	308
371	356	362	361	273
342	364	352	247	260
369	359	346	451	416
472	360	327	265	365
349	344	309	279	361
327	350	223	325	363
514	348	259	318	248
361	236	307	320	329

- A. Hitunglah \bar{x} dan s.
- B. Gambarlah polygon dan histogram, setelah data itu diatur dalam bentuk tabel frekuensi dengan lebar interval 10.
- C. Carilah percentile ke 70 (P_{70})
- D. Berapakah Q_1 (quartile pertama)?
- E. Ambil sampel sebesar 10 (ambil pengamatan pertama sampai ke sepuluh), kemudian Hitunglah \bar{x} dan s dari sampel Anda.
- 2) Di dalam gudang ada 100 unit teve dan ada 3 unit yang cacat. Kita beli 5 unit teve, diambilkan dari gudang itu:
- A. berapa probabilitasnya tak ada yang cacat?
- B. berapa probabilitasnya satu cacat
- C. jika mengambilnya dari gudang satu demi satu dan dicek dulu, berapa probabilitasnya pengambilan ke 3 dapat teve yang cacat?
- 3) Bola baja produksi pabrik "KUAT" mempunyai rata-rata (mean) berat 0,5 gram dengan deviasi standar 0,1 gram:
- A. ada berapa % bola baja produksi pabrik "KUAT" yang beratnya lebih dari 0,65 gram.
- B. ada berapa % yang beratnya antara 0,4 dan 0,7 gram?

Jika diketahui distribusi berat bola baja produksi pabrik "KUAT" mengikuti distribusi normal?

Kunci Jawaban Latihan 2

- 1) Lihat rumus mean dan deviasi standar
- 2) Karena lebar interval 10 maka interval yang dapat dibuat seandainya:

No.Urut	Interval	f_i
1	220 - 229	
2	230 - 239	
	dan	
	seterusnya	

Untuk soal c dan d, atur dulu data menurut besarnya (dari kecil terus besar), baru dicari P_{70} dan Q_1 .

Untuk soal e, sampel yang diambil:

321
345
370
400

dan seterusnya, sampai 10 buah.

4.2.3 Rangkuman

Pada Kegiatan Belajar 2 ini terdapat beberapa pengertian:

- a. Variabel
- b. Atribute.

Grafik yang penting dalam statistika:

- a. Poligon
- b. Histogram
- c. Ogive.

Harga menengah:

- a. Mean
- b. Median
- c. Mode atau Modus.

Ukuran-ukuran lain:

- a. Kuartile (Quartile)
- b. Decile
- c. Percentile.

Ukuran dispersi:

- a. Range
- b. Deviasi standar
- c. Deviasi mean
- d. Koefisien variasi.

Macam-macam distribusi yang penting:

- a. Distribusi Binomial
- b. Distribusi Poisson
- c. Distribusi Hypergeometri
- d. Distribusi Normal.

4.2.4 Tes Formatif 2

1) Diketahui data berat sepatu produksi pabrik A dan B sebagai berikut (dalam kg).

A.	0,70	0,75	B.	0,53	0,50
	0,65	0,75		0,69	0,70
	0,71	0,74		0,81	0,54
	0,80	0,68		0,75	
	0,60	0,72		0,94	

Pernyataan di bawah ini mana yang benar:

- A. mean berat sepatu pabrik A sama dengan mean berat sepatu pabrik B
 - B. deviasi standar untuk A < deviasi standar untuk B
 - C. median untuk A = median B
 - D. range untuk A > range untuk B.
- 2) Diketahui mean daya tahan lampu A adalah 3000 jam dengan deviasi standar 750 jam. Jika distribusi daya tahan lampu mengikuti distribusi normal, maka ada berapa % lampu A yang daya tahannya lebih dari 4000 jam?
- A. lebih dari 70%
 - B. kurang dari 7,5%
 - C. lebih dari 40%
 - D. kurang dari 10%.
- 3) Diketahui dari data produksi sebelumnya bahwa rata-rata terdapat 1% produksi adalah cacat. Jika kita beli 100 unit produksi pabrik itu berapa probabilitasnya tidak ada yang cacat?
- A. 0,01
 - B. 0,99
 - C. $(0,01)^{100}$
 - D. $(0,99)^{100}$.
- 4) Dari hasil survei diketahui bahwa percetakan "MAYA" menghasilkan satu halaman yang ada salah cetaknya di antara 500 halaman yang dicetak. Sekarang kita akan mencetak buku yang terdiri dari 700 halaman. Berapa probabilitasnya ada halaman yang ada salah cetaknya? Gunakan Poisson.
- A. $e^{-0,002}$
 - B. $e^{-1,4}$
 - C. $1 - e^{-1,4}$
 - D. $1 - e^{-0,002}$.
- 5) Kita mendapat kiriman 10 lampu, terdiri dari 8 lampu yang baik dan 2 rusak. Jika diambil 2 buah lampu dari kiriman itu dengan cara satu demi satu dan yang sudah terambil kita dikembalikan, berapa probabilitasnya kita dapat lampu pertama baik dan kedua rusak?
- A. 16/100
 - B. 16/90
 - C. 1/100
 - D. 1/90.

4.2.5 Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian belakang Modul ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

Rumus

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{5} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

- 90% - 100% = baik sekali
- 80% - 89% = baik
- 70% - 79% = sedang
- 69% = kurang.

Kalau tingkat penguasaan Anda mencapai 80% ke atas Anda dapat meneruskan dengan modul berikutnya. Bagus! Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2 terutama bagian yang belum Anda kuasai.

5. Kunci Jawaban Tes Formatif

5.1 Kunci Jawaban Tes Formatif 1:

- 1) A
- 2) D
- 3) C
- 4) C
- 5) D

5.2 Kunci Jawaban Tes Formatif 2:

- 1) B
- 2) D
- 3) D
- 4) C
- 5) B

6. Referensi

Engene L. Grant, Statistical Quality Control edisi ke empat, Tokyo: Mc Graw-Hill Kogakusha Ltd, 1972.

R.C. Gupta Statistical Quality Control, New Delhi: Khanna Pub, 1981.

CHART KONTROL

1. Pengantar

Di dalam modul ini akan Anda pelajari cara-cara membuat Chart kontrol untuk \bar{X} , R dan σ . Chart kontrol sangat penting dalam pengawasan kualitas secara statistik di dalam industri. Untuk memahami pembuatan chart kontrol ini tentunya Anda harus menguasai isi modul pertama, yang lebih penting lagi Anda harus sudah paham benar isi matakuliah Metode Statistik I dan II. Chart-kontrol ini merupakan alat untuk mengawasi kualitas dengan mudah, sehingga mudah untuk menentukan keputusan apa yang harus diambil jika terjadi produk yang menyimpang. Tentunya Chart-kontrol ditentukan juga untuk membuat batas-batas dimana hasil produksi menyimpang dari mutu (kualitas) yang diinginkan. Selain penyimpangan kualitas, juga banyaknya variasi suatu produk perlu diawasi. Makin besar variasi tentunya produk kurang baik.

2. Tujuan Instruksional Umum

Setelah membaca modul ini mahasiswa diharapkan dapat:

- a. memahami cara membuat chart kontrol
- b. mengerti akibat terjadinya variasi dalam produksi
- c. memahami cara pembuatan chart kontrol \bar{X} dan R.

3. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah membaca modul ini mahasiswa diharapkan dapat:

- a. menghitung IKA dan LKB untuk chart kontrol \bar{X}
- b. menghitung IKA dan LKB untuk chart kontrol R
- c. menghitung IKA dan LKB untuk chart kontrol σ
- d. menyebutkan langkah-langkah yang penting dalam penggunaan chart kontrol.

4. Kegiatan Belajar

4.1 Kegiatan Belajar 1

CHART KONTROL

4.1.1 Uraian dan Contoh

Seperti telah disinggung dalam pengantar modul ini, menghasilkan dua objek tidak pernah dapat tepat sama. Maka konsep variasi merupakan

hukum alam. Variasi yang terjadi mungkin besar mungkin kecil. Seperti variasi tinggi orang di kampung variasinya jelas tampak, di sini variasi besar. Jika variasi kecil, maka objek nampak sama atau serupa, tetapi alat yang baik akan dapat menunjukkan perbedaan atau variasi. Ada tiga macam variasi:

- 1) Variasi di dalam objek sendiri.
Seandainya dibuat sebuah meja, maka kehalusan meja tidak sama, sisi atas tidak sama halusnnya dengan sisi samping, dan seterusnya. Di sini terdapat variasi kehalusan pada meja itu sendiri. Atau jika dilihat lebar meja juga terdapat variasi. Lebar meja sebelah kiri tidak sama dengan lebar meja sebelah kanan, juga untuk lebar meja bagian bawah.
- 2) Variasi antar objek, obyek satu dengan yang lain. Variasi ini terjadi antar objek yang diproduksi pada saat yang sama. Lampu-lampu yang diproduksi pada saat yang hampir bersamaan mempunyai daya tahan yang bervariasi.
- 3) Variasi yang ditimbulkan oleh perbedaan waktu produksi. Hasil produksi pada pagi hari berbeda dengan hasil produksi siang hari.

Ada empat faktor penyebab variasi ini, proses, bahan, karyawan (operator) dan faktor lain. Faktor pertama variasi adalah proses, di sini termasuk alat produksi, getaran mesin, posisi alat, fluktuasi produksi biasanya tidak berkualitas sama, hal ini mempengaruhi hasil produksi. Seperti ketebalan metal, kadar air dalam tepung, elastis benang, kekerasan kayu, dan lain-lain, biasanya tidak sama (ajeg).

Tentunya faktor karyawan juga merupakan sumber variasi. Hal ini mungkin disebabkan petunjuk operasi tidak jelas, mungkin faktor psikologi (lelah, susah, keadaan rumah sedang kacau, dan lain-lain) mungkin disebabkan keadaan fisik (tinggi badan tidak memadai untuk menggunakan suatu alat, mata harus memakai kaca mata pengaman dan lain-lain) semua ini mempengaruhi ketetapan ukuran hasil produksi atau sumber variasi. Faktor lain yang sering juga menimbulkan variasi adalah temperatur ruangan, pencahayaan ruangan radiasi, kelembaban cahaya, suara mesin, bau bahan baku (pabrik kulit), dan lain-lain. Variasi yang timbul sedapat mungkin dihindari, tetapi tidak mungkin dihilangkan semuanya, dengan ini berarti untuk menjaga kualitas produksi diterima suatu keadaan (kualitas) dengan variasi tertentu. Jika variasi terlalu besar kualitas produksi kurang baik. Sehingga dalam memproduksi suatu barang dengan kualitas tertentu juga harus ditentukan sejauh mana variasi kualitas produksi masih dapat diterima.

Chart kontrol digunakan untuk menguji apakah variasi yang timbul itu disebabkan oleh suatu keadaan yang tetap (constant chance). Chart kontrol \bar{X} , R dan akan memberikan suatu dasar penentuan jawaban kepada pertanyaan pokok yang penting. Antara lain pertanyaannya:

- 1) Apakah semua sampel diambil dari populasi yang sama?
- 2) Apakah hasil pengamatan menghasilkan suatu pola tertentu?
- 3) Apakah suatu pengamatan menunjukkan suatu variasi tertentu?
- 4) Apakah variasi merupakan hasil keadaan yang tetap?
- 5) Apakah pengamatan menunjukkan kontrol statistik?

Dalam pengawasan kualitas produsen akan menjawab "Ya" atau "Tidak" untuk pertanyaan di atas. Jika ia menjawab "Tidak", berarti harus dicari sebab-sebab yang menimbulkan variasi, jika jawaban "Ya" maka proses produksi diteruskan, karena variasi disebabkan oleh keadaan yang tetap. "Jika jawabab "Tidak", maka dua pilihan yang dapat dilakukan oleh manager, dicari sebab-sebab variasi dengan biaya (cost) tertentu atau proses produksi diteruskan dengan risiko kualitas kurang terjamin tapi tanpa tambahan biaya.

Aturan untuk menentukan "Ya" atau "Tidak" dikembangkan dengan membuat limit kontrol. Sekarang aturan untuk menentukan limit kontrol dalam proses produksi harus berdasarkan kepraktisan penggunaan dan biaya, yang dimaksud adalah biaya di atas.

Variasi yang stabil dan tidak stabil

Data di bawah ini menunjukkan 200 ukuran diameter bola baja yang dianbil dari sebagian hasl selama 10 hari.

TABEL 1

No. Sampel	Tanggal	Jam	Ukuran diameter dalam mm.	Mean (X)	Rang (R)
1	Maret 1	9. ⁰⁰	2,0 2,5 2,5 3,0 1,9	2,58	1,1
2		11. ⁰⁰	2,0 2,5 2,5 3,0 2,5	2,50	1,0
3		13. ⁰⁰	2,1 2,5 1,8 2,0 2,4	2,16	0,7
4		15. ⁰⁰	2,2 2,0 2,0 2,6 2,3	2,22	0,6
5		17. ⁰⁰	2,3 2,6 2,7 2,0 2,5	2,42	0,7
6	Maret 2	11. ⁰⁰	2,4 2,4 2,5 2,2 2,3	2,36	0,3
7		13. ⁰⁰	2,2 2,4 2,6 2,1 2,0	2,26	0,6
8		15. ⁰⁰	1,9 2,2 2,5 2,5 2,6	2,34	0,7
9	Maret 3	9. ⁰⁰	2,4 2,3 1,8 2,1 2,2	2,16	0,6
10		13. ⁰⁰	2,0 2,7 2,1 2,5 2,5	2,36	0,7
11		15. ⁰⁰	2,4 2,3 2,0 2,1 2,1	2,18	0,4

lanjutan

12	Maret 4	11. ⁰⁰	2,5	1,8	2,2	2,1	2,4	2,20	0,7
13		13. ⁰⁰	2,0	2,0	2,1	2,4	2,0	2,10	0,4
14		15. ⁰⁰	3,1	2,5	2,2	2,3	2,5	2,53	0,9
15		17. ⁰⁰	2,4	2,1	2,3	3,5	2,4	2,54	1,4
16	Maret 5	19. ⁰⁰	2,3	2,0	2,9	2,1	2,2	2,30	0,9
17		7. ⁰⁰	2,1	2,5	3,4	2,0	2,1	2,42	1,4
18		9. ⁰⁰	2,6	2,5	2,6	2,4	2,4	2,50	0,2
19		11. ⁰⁰	3,6	1,9	2,3	2,1	2,4	2,46	1,7
20		13. ⁰⁰	2,3	2,0	2,1	2,5	2,3	2,24	0,5
21	Maret 6	15. ⁰⁰	1,8	2,3	2,2	2,1	2,5	2,18	0,7
22		13. ⁰⁰	2,2	3,7	2,4	2,8	2,1	2,64	1,6
23		15. ⁰⁰	1,9	2,3	2,0	2,0	2,0	2,04	0,4
24		19. ⁰⁰	2,4	2,1	2,1	2,7	2,3	2,32	0,6
25	Maret 7	7. ⁰⁰	3,2	2,7	2,4	2,4	2,3	2,60	0,9
26		9. ⁰⁰	2,4	2,0	2,3	2,2	2,2	2,24	0,4
27		11. ⁰⁰	2,1	2,3	3,8	2,1	2,1	2,48	1,7
28	Maret 8	13. ⁰⁰	2,8	2,2	2,5	2,0	2,0	2,30	0,8
29		7. ⁰⁰	2,0	2,1	2,7	2,3	2,2	2,26	0,7
30		11. ⁰⁰	2,4	2,1	1,9	2,2	2,7	2,26	0,8
31		17. ⁰⁰	2,1	2,7	2,0	1,7	2,3	2,16	1,0
32		19. ⁰⁰	2,0	1,6	2,2	2,4	2,4	2,12	0,8
33	Maret 9	9. ⁰⁰	2,1	2,6	2,2	1,9	2,1	2,18	0,7
34		11. ⁰⁰	1,5	2,7	2,2	2,3	2,0	2,14	1,2
35		13. ⁰⁰	2,4	2,6	2,0	2,4	3,3	2,54	1,3
36	Maret 10	17. ⁰⁰	2,0	1,4	2,2	2,5	2,4	2,10	1,1
37		9. ⁰⁰	2,3	2,0	2,7	2,2	2,8	2,40	0,8
38		11. ⁰⁰	1,8	2,4	2,4	2,4	2,0	2,20	0,6
39		17. ⁰⁰	2,3	2,3	2,2	2,0	2,2	2,2	0,3
40		19. ⁰⁰	2,1	2,3	2,2	2,7	2,2	2,3	0,6

Catatan: Setiap sampel diambil 5 buah baja sekaligus

Dari tabel 1 dibuat tabel frekuensinya untuk melihat variasi ukuran diameter bola baja.

$$\bar{X} = 2,307$$

$$\sigma_{\bar{X}} = 0,153$$

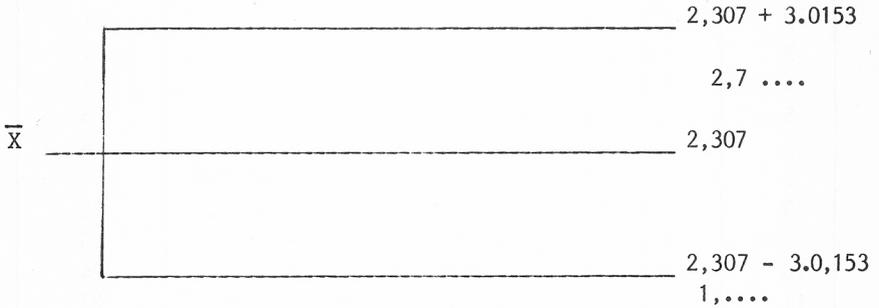
TABEL FREKUENSI
200 DIAMETER BOLA BAJA

No. Urut	Diameter	Tally	Frekuensi
1	1,4	/	1
2	1,5	/	1
3	1,6	/	1
4	1,7	/	1
5	1,8	///	5
6	1,9	/// /	6
7	2,0	/// /// /// /// ///	30
8	2,1	/// /// /// /// /// ///	28
9	2,2	/// /// /// /// ///	23
10	2,3	/// /// /// /// ///	24
11	2,4	/// /// /// /// /// //	27
12	2,5	/// /// /// /// /	21
13	2,6	/// ///	8
14	2,7	/// ///	10
15	2,8	///	3
16	2,9	/	1
17	3,0	//	2
18	3,1	/	1
19	3,2	/	1
20	3,3	/	1
21	3,4	/	1
22	3,5	/	1
23	3,6	/	1
24	3,7	/	1
25	3,8	/	1
Jumlah			200

Jika dilihat sepintas dari tabel frekuensi menunjukkan pola distribusi variasi untuk 10 hari. Belum tentu hal ini benar, karena pada variasi mungkin berubah selama proses produksi. Jika cukup alasan untuk mengatakan bahwa variasi kurang stabil, maka sampel di atas diduga tidak dari suatu populasi tetapi dari beberapa populasi sesuai dengan waktu ke waktu.

Bila tabel frekuensi (distribusi frekuensi) digunakan untuk dasar

pengawasan kualitas atau pengawasan proses produksi atau pengecekan suatu standar ukuran, maka chart kontrol menjadi alat yang penting dalam mengembangkan suatu variasi yang stabil. Sekali stabilitas sudah ditentukan maka pengawas sudah yakin bahwa pengamatan-pengamatan berasal dari suatu populasi. Pada pengamatan hasil produksi harus selalu dicatat sesuai dengan urutan



Manfaat chart kontrol dalam menginterpretasi suatu distribusi frekuensi

Jika hasil pengamatan mean (\bar{X}) dan range (R) kita plot pada chart kontrol untuk mean dan range akan tampak ada berapa pengamatan mean dan range jatuh diluar limit. Anda lihat pada chart kontrol untuk X dan R di bawah ini berdasarkan data pada tabel 1.

Pada dasarnya digunakan \bar{X} dan σ_X untuk menduga μ (mean populasi) dan σ (deviasi standar populasi), kemudian \bar{X} dan σ_X digunakan untuk menggambar chart kontrol, maka timbullah pertanyaan apakah betul populasinya mengikuti keadaan ini? Banyak sekali proses produksi tidak mengikuti hal ini, tetapi penggunaan praktis hal ini sudah lebih dari cukup memadai.

Telah dibicarakan sebelumnya bahwa distribusi \bar{X} dari sampel acak yang diambil dari satu populasi mendekati distribusi normal jika besar sampel empat atau lebih, meskipun distribusi populasi tidak normal. Juga dapat dibuktikan pada Metoda Statistik, bawa hanya ada 0,27% dari harga-harga mean yang jatuh diluar daerah $\mu \pm 3\sigma$, atau hanya ada 27 kasus yang jatuh diluar daerah $\mu \pm 3\sigma$ dari 10.000 sampel. Jadi mean sampel sebagian besar akan jatuh dalam daerah $\bar{X} + 3\sigma_X$, jika digunakan \bar{X} dan σ_X . Hal ini akan selalu berlaku kalau distribusi normal.

Perhitungan Limit 3σ pada Chart kontrol untuk \bar{X} .

Untuk membuat chart kontrol untuk \bar{X} dengan menggunakan limit 3σ perlu dicari harga $\bar{\bar{X}}$ dan $\sigma_{\bar{X}}$, kemudian dihitung:

a) $\bar{\bar{X}} + 3 \sigma_{\bar{X}}$ sebagai Limit Kontrol Atas (LKA)

b) $\bar{\bar{X}} - 3 \sigma_{\bar{X}}$ sebagai Limit Kontrol Bawah (LKB)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N}, \quad N = \text{banyaknya sampel.}$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma'}{\sqrt{n}}, \quad n = \text{besarnya sampel.}$$

dan $\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2}$, \bar{R} mean dari R (range) dan d_2 didapat dari tabel B*)

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \quad \text{kemudian} \quad 3 \sigma_{\bar{X}} = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \bar{R}$$

Untuk mencari $\frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$ dapat langsung dilihat pada tabel C untuk n

antara 2 sampai 20. Faktor ini sering ditulis dengan A_2 , sehingga limit kontrol 3-sigma (3σ) untuk \bar{X} menjadi $\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$ dan $\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

Mari kita lihat contoh di bawah ini.

Seandainya diambil 20 sampel pertama dari contoh di atas (Tabel 1):

No. sampel	\bar{X}	R	σ
1	2,38	1,1	0,40
2	2,50	1,0	0,32
3	2,16	0,7	0,26
4	2,22	0,6	0,22
5	2,42	0,7	0,25
6	2,36	0,3	0,10

*) Tabel B, C, D, dan E terdapat di akhir modul.

Lanjutan

7	2,26	0,6	0,22
8	2,34	0,7	0,26
9	2,16	0,6	0,21
10	2,36	0,7	0,27
11	2,18	0,4	0,15
12	2,20	0,7	0,24
13	2,10	0,4	0,15
14	2,52	0,9	0,31
15	2,54	1,4	0,49
16	2,30	0,9	0,32
17	2,42	0,4	0,52
18	2,50	0,2	0,09
19	2,46	1,7	0,60
20	2,24	0,5	0,17
jumlah	46,62	15,5	9,15

$$\bar{\bar{X}} = \frac{46,62}{20} = 2,331$$

$$\bar{R} = \frac{15,5}{20} = 0,775 \quad \text{dan} \quad \bar{\sigma} = \frac{9,15}{20} = 0,4575$$

Disini N = 20 dan n = 5

$$\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,775}{2,326} = 0,33319$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma'}{\sqrt{n}} = \frac{0,33319}{\sqrt{5}} = 0,149$$

$$3 \sigma_{\bar{X}} = 3 \cdot 0,149 = 0,447$$

Terdapatlah: Limit Kontrol Atas:

$$\bar{\bar{X}} + 3 \sigma_{\bar{X}} = 2,331 + 0,447 = 2,778$$

Limit Kontrol Bawah:

$$\bar{\bar{X}} - 3 \sigma_{\bar{X}} = 2,331 - 0,447 = 1,884.$$

Untuk mencari $3 \sigma_{\bar{X}} = \frac{3\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}$, kita terpaksa mencari d_2 dulu dari tabel B

kemudian dicari $\frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \bar{R}$, untuk mencari $\frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$, dapat dilihat dari

tabel C dimana $\frac{3}{d_2 \sqrt{n}} = A_2$ dalam contoh di atas $n = 5$ sehingga

didapat $A_2 = 0,58$ dengan ini terdapat

$$\text{LKA: } 2,331 + 0,58 \cdot 0,775 = 2,331 + 0,4495 = 2,7805$$

$$\text{LKB: } 2,331 - 0,58 \cdot 0,775 = 2,331 - 0,4495 = 1,8815$$

Ada perbedaan kecil.

Di atas tadi digunakan $\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2}$ untuk mencari $\sigma_{\bar{X}}$ kita juga dapat

mencari $\sigma' = \frac{\bar{\sigma}}{N} = \frac{\Sigma \sigma}{N}$, dan $\sigma' = \frac{\bar{\sigma}}{c_2}$ didapat dari tabel B.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma'}{\sqrt{n}} \quad \text{dan} \quad 3 \sigma_{\bar{X}} = \frac{3 \sigma'}{\sqrt{n}} = 3 \frac{\bar{\sigma}}{c_2 \sqrt{n}}$$

atau $\sigma_{\bar{X}} = A_1 \bar{\sigma}$: dimana $A_1 = \frac{3}{c_2 \sqrt{n}}$ dapat dicari dari tabel D.

$3 \sigma_{\bar{X}} = A_1 \bar{\sigma} = 1,6 \cdot 0,4575 = 0,732$. Terdapatlah

$$\text{LKA} = 2,331 + 0,732 = 3,063$$

$$\text{LKB} = 2,331 - 0,732 = 1,599$$

CART KONTROL UNTUK R

Seperti apa yang telah kita pelajari untuk mencari chart kontrol untuk \bar{X} , kita tentukan LKA dan LKB dengan rumus $\bar{X} \pm A_1 \bar{\sigma}$ atau $\bar{X} \pm A_2 R$. Disini untuk menentukan LKA dan LKB untuk R (range) digunakan rumus:

$$\bar{R} \pm 3 \sigma_R$$

atau LKA: $\bar{R} + 3 \sigma_R$ dan LKB: $\bar{R} - 3 \sigma_R$.

Mungkin terjadi LKB negatif, padahal R (range) tidak pernah negatif. Jika terjadi hal demikian maka diambil LKB = 0.

Dan rumus yang digunakan:

$$\text{LKA} = \bar{R} + 3 \sigma_R = D_4 \bar{R}$$

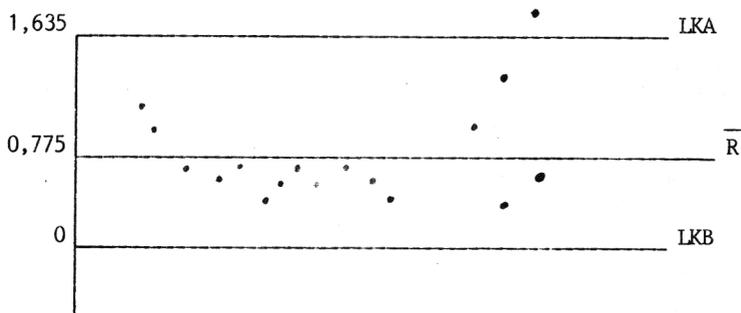
$$\text{LKB} = \bar{R} - 3 \sigma_R = D_3 \bar{R}$$

D_3 dan D_4 didapat dari tabel C.

Tampak pada tabel C untuk $n \leq 6$. $D_3 = 0$. Sehingga $LKB = 0$ untuk $n \leq 6$, n besarnya sampel. Kita lihat contoh di atas, diambil sampel No. 1 sampai dengan 20. Terdapat $R = 0,775$ dan $n = 5$ (masing-masing sampel terdiri dari 5 pengamatan), maka

$$LKA = D_4 \cdot 0,775 = 2,11 \cdot 0,775 = 1,635$$

$$LKB = 0, \text{ karena } n = 5 \text{ (kurang dari 6)}$$



Ternyata ada sebuah R yang jatuh di luar chart kontrol, yaitu $R = 1,7$ pada sampel No. 19.

Chart Kontrol Untuk σ

Di sini dibicarakan cara membuat chart kontrol untuk σ (deviasi standar). Juga seperti chart kontrol yang lain ditentukan dulu $\bar{\sigma} \pm 3\sigma_\sigma$ atau $LKA = \bar{\sigma} + 3\sigma_\sigma$ dan $LKB = \bar{\sigma} - 3\sigma_\sigma$. Seperti pada LKB untuk R , disini mungkin terjadi LKB negatif, padahal σ selalu positif atau 0, maka LKB diambil sama dengan 0 jika terdapat $\sigma - 3\sigma_\sigma$ negatif. Untuk mencari LKA dan LKB digunakan rumus:

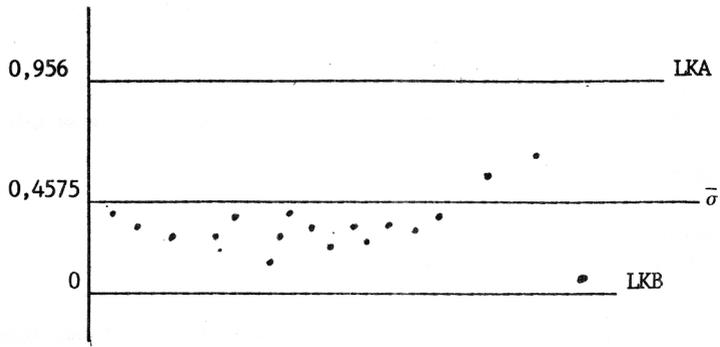
$$LKA = B_4 \bar{\sigma}$$

$$LKB = B_3 \bar{\sigma}$$

B_4 dan B_3 didapat dari tabel D. Dalam tabel D untuk $n \leq 5$ $B_3 = 0$, jadi $LKB = 0$ untuk $n \leq 5$. Dari data yang kita punyai dalam contoh di atas terdapat $\bar{\sigma} = 0,4575$ dan $n = 5$, maka

$$LKA = B_4 \cdot 0,4575 = 2,09 \cdot 0,4575 = 0,956$$

$$LKB = 0, \text{ karena } n = 5$$



Tidak ada yang jatuh di luar chart kontrol.

4.1.2 Latihan 1

1) Cari LKA dan LKB untuk \bar{X} dengan menggunakan 10 sampel pertama pada Tabel 1

2) Cari LKA dan LKB untuk \bar{X} dengan menggunakan 10 sampel kedua (sampel No. 11 sampai dengan No. 20) pada tabel 1 dengan rumus:

$$\bar{X} \pm A_2 \bar{R}$$

3) Cari LKA dan LKB untuk \bar{X} dengan menggunakan 15 sampel kedua (sampel No. 1 dengan rumus:

$$\bar{X} \pm A_1 \bar{\sigma}$$

Petunjuk: Semua latihan di atas kerjakan seperti pada contoh.
Buatlah tabel:

No. Sampel	\bar{X}	R	σ
Jumlah			

Kemudian hitnglah: $\bar{\bar{X}}$, \bar{R} dan $\bar{\sigma}$

- 4) Tentukan chart kontrol untuk R dan σ berdasarkan data pada tabel 1 dengan menggunakan sampel-sampel berikut:
- Sampel No. 1 sampai dengan No. 10
 - Sampel No. 11 sampai dengan No. 20
 - Sampel No. 1 sampai dengan No. 25
 - Sampel No. 5 sampai dengan No. 25

Petunjuk menyelesaikan soal latihan di atas. Buatlah tabel masing-masing untuk R dan

No. Sampel	R
Jumlah	

No. Sampel	σ
Jumlah	

Hitung \bar{R} dan $\bar{\sigma}$ kemudian tentukan LKA dan LKB sesuai dengan Tabel C dan D.

Kunci Jawaban Latihan 1

Semua latihan itu dapat Anda kerjakan dengan materi pelajaran Kegiatan Belajar .

4.1.3 Rangkuman

	CHART KONTROL UNTUK		
	\bar{X}	R	σ
\bar{X} , \bar{R} dan $\bar{\sigma}$ didapat dari sampel.	Garis tengah = \bar{X} LKA = $\bar{X} + A_2 \bar{R}$ LKB = $\bar{X} - A_2 \bar{R}$ A_2 didapat dalam tabel C.	Garis tengah = \bar{R} LKA = $D_4 \bar{R}$ LKB = $D_3 \bar{R}$ D_3 dan D_4 didapat dalam tabel C.	Garis tengah = $\bar{\sigma}$ LKA = $B_4 \bar{\sigma}$ LKB = $B_3 \bar{\sigma}$ B_3 dan B_4 didapat dalam tabel D.
$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N}$ $\bar{\bar{R}} = \frac{\sum R}{N}$ $\bar{\bar{\sigma}} = \frac{\sum \sigma}{N}$	Garis tengah = \bar{X} LKA = $\bar{X} + A_1 \bar{\sigma}$ LKB = $\bar{X} - A_1 \bar{\sigma}$ A_1 didapat dalam tabel C.		

4.1.4 Tes Formatif 1

- Silahkan membuat chart kontrol dengan 3σ , untuk daya tahan benang (dalam pound) berdasarkan 25 sampel yang masing-masing terdiri dari 5 pengamatan. Harga \bar{X} dan R dihitung dari masing-masing sampel, yang akhirnya didapat: $\Sigma \bar{X} = 514,8$ dan $\Sigma R = 120,0$

 - LKA = 23,365 dan LKB = 17,817
 - LKA = 23,365 dan LKB = 0
 - LKA = 20,591 dan LKB = 17,817
 - LKA = 20,591 dan LKB = 0
- Seperti pada soal 1, tetapi buatlah chart kontrol untuk R dengan 3σ .

 - LKA = 10,15 dan LKB = 4,8
 - LKA = 10,15 dan LKB = 0
 - LKA = 4,8 dan LKB = 0
 - LKA = 7,8 dan LKB = 1,8
- Akan dibuat chart kontrol 95% untuk \bar{X} , rata-rata berat cairan dalam kaleng buah-buahan (dalam ons). Diambil 18 sampel masing-masing terdiri dari 10 pengamatan. Hasilnya: $\Sigma \bar{X} = 595,8$ dan $\Sigma \sigma = 8,24$. Tentukan LKA dan LKB untuk konfidensi 95%.

 - LKA = 33,414 dan LKB = 30,512
 - LKA = 32,786 dan LKB = 30,512

- C. LKA = 33,414 dan LKB = 32,786
 D. LKA = 32,786 dan LKB = 0

- 4) Pabrik arloji menggunakan suku cadang dari hasil produksinya sendiri dan supplier. Supplier ingin menjaga kualitas produksinya agar memenuhi syarat yang diinginkan. Suku cadang yang paling rawan adalah gir. Untuk ini supplier mengambil 25 sampel masing-masing terdiri dari 5 gir, setelah dihitung terdapat: $\bar{X} = 0,125 \text{ cm}$.
 $R = 0,002 \text{ cm}$.

Tentukan σ' untuk proses ini

- A. 0,002
 B. 0,00086
 C. 0,1275
 D. 0,0061
- 5) Gunakan tabel B untuk mencari A_1 dan A_2 untuk besar sampel (n) = 12
- A. $A_1 = 0,93$ dan $A_2 = 0,29$
 B. $A_1 = 0,87$ dan $A_2 = 0,29$
 C. $A_1 = 0,87$ dan $A_2 = 0,25$
 D. $A_1 = 0,93$ dan $A_2 = 0,25$

4.1.5 Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat pada bagian akhir modul ini dan hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{5} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda Capai:

- 90% - 100% = baik sekali
 80% - 89% = baik
 70% - 79% = sedang
 - 69% = kurang

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat melanjutkan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Tetapi kalau penguasaan Anda kurang dari 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

4.2 Kegiatan Belajar 2

CHART KONTROL UNTUK \bar{X} DAN R (LANJUTAN)

4.2.1 Uraian dan Contoh

Chart kontrol untuk \bar{X} dan R sering juga disebut \bar{X} chart dan R chart. Chart kontrol \bar{X} dan R adalah chart kontrol yang paling sensitif untuk menelusuri dan mengidentifikasi penyebab. R chart dibaca dulu, dari ini dapat ditemukan secara langsung penyebab, kemudian \bar{X} chart dilihat, dari sini akan ditemukan lagi penyebab. Akhirnya R chart dan \bar{X} chart dibaca bersama, mungkin masih menemukan penyebab yang belum ditemukan pada waktu membaca R chart maupun \bar{X} chart.

Langkah-langkah yang perlu dalam kaitan penggunaan chart kontrol \bar{X} dan R pada proses produksi

Akan sangat menolong jika dijabarkan dulu langkah-langkah yang penting yang harus diambil sebelum mengadakan perhitungan dan pengambilan kesimpulan.

- I Keputusan mula untuk chart kontrol
 - a. Berapa objektif dari chart
 - b. Pilih variabel
 - c. Menentukan banyaknya sampel
 - d. Menentukan besarnya sampel
 - e. Membuat format untuk membuat data
 - f. Menentukan cara pengukuran

- II Pengisian chart kontrol
 - a. Membuat pengukuran-pengukuran
 - b. Pencatatan pengukuran dan data lain yang relevan
 - c. Hitung \bar{X} setiap sampel
 - d. Hitung R setiap sampel
 - e. Plot \bar{X} pada chart
 - f. Plot R pada chart

- III Tentukan limit kontrol
 - a. Tentukan \bar{R}
 - b. Hitung limit kontrol atas dan bawah untuk R
 - c. Tentukan $\bar{\bar{X}}$
 - d. Hitung limit kontrol atas dan bawah untuk \bar{X}
 - e. Gambar garis tengah dan limit pada chart

IV Mengambil kesimpulan dari chart

- a. Indikasi proses mengikuti kontrol atau tidak mengikuti kontrol
- b. Apakah ada hubungan antara proses yang berlaku dengan proses yang diharapkan
- c. Langkah-langkah yang harus diambil sesuai dengan chart kontrol

V Lanjutan penggunaan chart

- a. Revisi garis tengah dan limit kontrol untuk R
- b. Revisi garis tengah dan limit kontrol untuk \bar{X}
- c. Gunakan chart untuk hasil produksi
- d. Gunakan chart untuk penerimaan
- e. Gunakan chart untuk proses dan spesifikasi

I Keputusan mula untuk chart kontrol

Pada umumnya chart kontrol variabel (\bar{X} , R, σ) digunakan dengan tujuan-tujuan:

- 1) Untuk menganalisis proses, apakah proses memenuhi persyaratan atau apakah terjamin bahwa persyaratan yang diubah dipenuhi?
Contoh: Pabrik mobil menerima knalpot dari pabrik lain. Pabrik mobil menghendaki knalpot dengan panjang $100 \pm 0,1$ cm. Karena tidak mungkin semua knalpot dicek satu demi satu maka diambil sampel (beberapa), dicek ada berapa yang memenuhi syarat dan ada berapa yang tidak memenuhi syarat.
- 2) Menyediakan alat kontrol untuk proses produksi yang berlangsung, sehingga proses produksi diketahui ada gangguan atau berjalan menurut rancana
- 3) Menjadi alat untuk dasar penerimaan atau penolakan hasil produksi atau kiriman (barang yang dibeli)
- 4) Untuk membiasakan karyawan dalam penggunaan chart kontrol.

Memilih variabel

Variabel yang digunakan dalam chart kontrol biasanya \bar{X} dan R. Jadi variabel disini dapat diukur dan dinyatakan dalam bentuk numerik. Dasar pilihan variabel adalah biaya. Bagaimana memilih variabel sehingga

kualitas tetap terjamin dan biaya produksi berkurang. Seandainya sampel yang diamati untuk mencari harga \bar{X} memerlukan biaya yang besar sedangkan kesimpulan dapat diperoleh dengan menghitung R yang lebih murah, maka mestinya dipilih variabel R .

Menentukan banyaknya dan besarnya sampel

Pemilihan sampel sangat penting dalam proses pembuatan chart kontrol, karena diharapkan sampel yang diambil dapat mewakili variasi yang ada pada populasi sehingga didapat pula keadaan sampel satu dengan lainnya tidak banyak berbeda (homogen). Pengambil sampel sangat dipengaruhi kondisi proses produksi. Jika mesin berjalan 24 jam nonstop, maka tentunya sampel akan lebih baik diambil pada waktu pagi, siang dan malam. Jika pabrik mempunyai beberapa mesin yang menghasilkan barang yang sama, pengambilan sampel jangan dari satu mesin saja.

Shewhart menganjurkan besarnya sampel 4. Dalam industri yang menggunakan chart kontrol biasanya sampel yang digunakan sebesar 5. Sampel besar, antara 10 sampai 20, sering digunakan untuk mengontrol variasi kecil, karena sampel besar chart-kontrolnya akan sensitive. Makin sempit limit kontrol makin mudah untuk mengontrol variasi kecil. Makin besar sampel dianjurkan untuk menggunakan deviasi standar daripada range sebagai ukuran dispersi. Tidak ada aturan yang pasti berapa besar dan banyaknya sampel yang harus diambil, hal ini sangat dipengaruhi oleh biaya, waktu, cara pengajian, tujuan kontrol dan lain-lain.

Menentukan format untuk mencatat data

Meskipun tidak ada aturan yang pasti secara detail bagaimana bentuk format untuk mencatat data, namun ada dua tipe yang sering digunakan. Yang pertama seperti berbentuk di bawah ini, Gambar 1, yang kedua seperti pada Gambar 2.

LEMBAR DATA UNTUK CHART KONTROL \bar{X} DAN R

PRODUK :
 KARAKTERISTIK :
 UNIT UKURAN :

No. SAMPEL	1	2	3	.	.	.	.	.	.	.	N		\bar{X}	R
a												1	.	.
b												2	.	.
c												3	.	.
d												.	.	.
e												.	.	.
												.	.	.
Jumlah												.	.	.
Rata-rata, \bar{X}												.	.	.
Range, R												.	.	.
Tanggal												.	.	.
	$\bar{\bar{X}} = \dots\dots$ $\bar{R} = \dots\dots$ $A_2\bar{R} = \dots\dots$ $LKA_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = \dots\dots$ $LKB_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = \dots\dots$ $LKA_R = D_4\bar{R} = \dots\dots$ $LKB_R = D_3\bar{R} = \dots\dots$											.	.	.
												N	.	.
												Σ	.	.

Gambar 1. Lembar data yang digunakan untuk chart kontrol \bar{X} dan R

LEMBAR DATA UNTUK CHART KONTROL \bar{X} dan R

PRODUK :

KARAKTERISTIK :

UNIT UKURAN :

No. Urut	TANG- GAL	PENGAMATAN LIMA UNIT (ITEM) DALAM SAMPel					Rata- rata \bar{X}	Range R	Catatan Operator
		A	B	C	D	E			
1									
2									
3									
4									
.									
.									
.									
.									
.									
N									
		Jumlah					
		$\bar{X} = \dots$ $\bar{R} = \dots$ $A_2\bar{R} = \dots$ $D_4\bar{R} = \dots$		$LKA_X = \bar{X} + A_2\bar{R} = \dots$ $LKB_X = \bar{X} - A_2\bar{R} = \dots$ $LKA_R = D_4\bar{R} = \dots$ $LKB_R = D_3\bar{R} = \dots$					

Contoh penggunaan lembar data

LEMBAR DATA UNTUK CART KONTROL X DAN R

PRODUK : Tebar baja untuk mobil
 KARAKTERISTIK : Tebal baja
 UNIT UKURAN : mm, ukuran sampai satu desimal

No. SAMPEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		\bar{X}	R
a	2,1	1,9	2,1	2,0	2,1	2,0	2,1	2,2	2,1	1,9	1	2,04	0,3
b	1,9	1,8	2,1	2,0	1,8	2,2	2,1	2,0	2,1	1,9	2	2,00	0,4
c	2,0	2,2	2,0	2,1	1,8	1,8	2,1	1,9	2,2	2,0	3	2,03	0,3
d	2,2	2,0	2,1	2,0	1,9	1,9	2,0	1,9	1,8	2,2	4	2,02	0,1
e	2,0	2,1	1,8	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0	5	1,96	0,3
											6	2,00	0,4
Jumlah	10,2	10	10,1	10,1	9,8	10	10,3	10	10,1	10,0	7	2,06	0,1
Rata-rata, \bar{X}	2,04	2	2,02	2,02	1,96	2	2,06	2	2,02	2	8	2,00	0,3
Range, R	0,3	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	0,4	0,3	9	2,02	0,4
Tanggal											10	2,00	0,3
$\bar{\bar{X}} = \frac{20,12}{10} = 2,012 \quad \bar{R} = \frac{2,9}{10} = 0,29$ $A_2\bar{R} = 0,58 (0,29) = 0,1682$ $LKA_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 2,012 + 0,1682$ $LKB_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 2,012 - 0,1682$ $LKA_R = D_4\bar{R} = 2,11 (0,29) = 0,612$ $LKB_R = D_3\bar{R} = 0.(0,29) = 0$													
											Σ	20,12	2,9

Contoh penggunaan Lembar Data

LEMBAR DATA UNTUK CHART KONTROL \bar{X} dan R

PRODUK : Kamera
 KARAKTERISTIK : Berat sekrup dan mur
 UNIT UKURAN : mgr

No. Urut	TANG- GAL	PENGAMATAN LIMA UNIT (ITEM) DALAM SAMPSEL					Rata- rata \bar{X}	Range R	Catatan Operator
		A	B	C	D	E			
1	3 - Ag.	12	12	10	11	11	11,2	2	
2	5 - Ag.	10	10	11	10	11	10,4	1	
3	6 - Ag.	12	10	10	10	10	10,4	2	
4	12 - Sep.	10	11	11	11	11	10,8	1	
5	13 - Sep.	11	12	10	12	10	11,0	2	
6	14 - Sep.	11	11	12	10	11	11,0	2	
7	15 - Sep.	10	12	9	12	11	10,8	3	
8	20 - Sep.	10	10	9	9	12	10,0	3	
9	21 - Sep.	11	8	10	12	11	10,4	4	
10	22 - Sep.	10	10	9	12	9	10,0	3	
11	30 - Okt.	11	12	12	12	10	11,4	2	
12	11 - Nov.	12	12	10	10	10	10,8	2	
13	12 - Nov.	9	10	11	10	10	10,0	2	
14	13 - Nov.	11	8	11	12	12	10,8	4	

Lanjutan

15	14 - Nov.	8	10	12	12	11	10,6	4	
16	15 - Nov.	10	12	12	12	10	11,2	2	
Jumlah							170,8	39	
$\bar{X} = \frac{170,8}{16} = 10,675$		$LKA_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2\bar{R} = 10,675 + 1,41 = 12,085$							
$\bar{R} = \frac{39}{16} = 2,4375$		$LKB_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2\bar{R} = 10,675 - 1,41 = 9,265$							
$A_2\bar{R} = 0,58 (2,4375) = 1,41$		$LKA_R = D_4\bar{R} = 2,11 (2,4375) = 5,143$							
$D_4\bar{R} = 2,11 (2,4375)$		$LKB_R = D_3\bar{R} = 0 (2,4375) = 0$							

Menentukan cara pengukuran

Untuk pengukuran harus ditentukan dulu alat ukur apa yang akan digunakan dan cara penggunaan alat ukur itu. Juga harus diperhatikan sampai berapa angka dibelakang koma ukuran itu dicatat, dan bagaimana pembulatangannya. Biasanya untuk pengukuran ini dibuatkan buku petunjuk.

Pengisian chart kontrol

Pada kenyataannya pekerjaan pengisian chart kontrol dimulai dengan pengukuran. Seperti telah berulang kali dibicarakan bahwa informasi yang didapat dalam chart kontrol dipengaruhi oleh variasi pengukuran dan juga oleh variasi kualitas produk yang diukur.

Setelah hasil pengukuran tercatat dalam lembar data, kemudian dihitung \bar{X} dan R dari masing-masing sampel. Kemudian dihitung \bar{X} dan \bar{R} untuk menentukan LKA dan LKB. Setelah chart kontrol tergambar maka hasil perhitungan \bar{X} diplot pada chart kontrol pada $LKA_{\bar{X}}$ dan $LKB_{\bar{X}}$. Sedangkan R diplot pada chart kontrol pada LKA_R dan LKB_R . Peletakkan harga-harga \bar{X} dan R diurutkan sesuai dengan waktu pengambilan sampel.

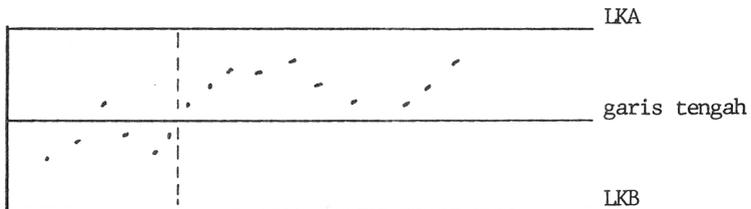
Mengambil kesimpulan dari chart

Kurangnya kontrol dalam proses produksi tercermin pada banyaknya titik yang terletak di luar daerah LKA dan LKB baik untuk \bar{X} maupun R. Sering titik yang jatuh di luar daerah LKA dan LKB diberi tanda khusus, umpama saja dilingkari. Jika semua titik jatuh di dalam daerah LKA dan

LKB, maka dikatakan proses terkontrol artinya variasi tidak dipengaruhi oleh sesuatu sebab - Karena banyaknya titik yang jatuh di luar LKA dan LKB mempengaruhi kesimpulan tentang variasi (kualitas) atau ada hubungan antara banyaknya titik di luar daerah LKA dan LKB dan kualitas, maka sering ditentukan jika tidak lebih satu titik di luar LKA dan LKB dari 35 titik pengamatan atau tidak lebih dari 2 diantara 100 maka proses dikatakan terkontrol.

Meskipun semua titik pengamatan jatuh di dalam LKA dan LKB tetapi kurang kontrol mungkin terjadi. Hal ini terjadi seandainya ada tujuh atau lebih titik pengamatan berturut-turut jatuh di atas garis tengah semua atau di bawah semua.

Gambar: Limit kontrol dimana ada 7 atau lebih titik berturut-turut jatuh di atas garis tengah



Tindakan apa yang disarankan oleh chart kontrol jika terjadi "kurang kontrol" atau "tidak terkontrol" tergantung pada hubungan antara proses apa yang berjalan dan apa yang seharusnya dilakukan. Yaitu pola variasi yang ditunjukkan oleh chart kontrol dibandingkan dengan spesifikasi yang ditentukan.

Penggunaan chart kontrol untuk melakukan tindakan pada proses

Kelanjutan penggunaan chart kontrol mungkin ada tiga macam tindakan yang berlainan pada prosesnya:

- 1) Tindakan mengeluarkan penyebab variasi yang dibawa oleh titik "di luar kontrol"
- 2) Tindakan untuk mengembangkan rata-rata proses
- 3) Tindakan untuk mengembangkan dispersi proses.

Sekali proses dibawa dibawa pada keadaan terkontrol dengan rata-rata dan dispersi yang dikehendaki, maka kegunaan chart kontrol yang terpenting adalah menolong untuk menjaga proses tetap berjalan "terkontrol". Ini artinya suatu proses dijalankan terus selama dalam

keadaan "terkontrol" dan mencari dan mengeluarkan atau menghilangkan penyebab variasi jika chart kontrol memungkinkan "kurang terkontrol". Penggunaan chart kontrol yang biasa dilakukan adalah meneruskan proses produksi jika hasil produksi masuk daerah LKA dan LKB berdasarkan rata-rata dan dispersi yang memadai. Tetapi jika hasil produksi "di luar kontrol", maka harus dicari penyebab gangguan variasi.

Pada pembuatan chart kontrol diambil \bar{X} atau R sebagai garis tengah untuk chart kontrol \bar{X} dan R. Rata-rata populasi (\bar{X}') sering digunakan juga sebagai garis tengah, hal ini memang dapat digunakan selama ini menjadi dasar dalam melakukan operasi produksi. Tetapi biasanya yang digunakan sebagai garis tengah adalah \bar{X} dan R. Penurunan (perubahan) dispersi merupakan perubahan pokok dalam mesin atau metode. Tentunya tindakan dapat dilakukan untuk memenuhi persyaratan dispersi yang diperlukan. Dispersi dapat berbeda-beda tergantung pada proses apa yang berlaku.

4.2.2 Latihan 2

Semua soal latihan di bawah ini dapat Anda jawab dari bahan pelajaran yang ada di dalam Kegiatan Belajar 2.

- 1) Sebutkan keputusan mula yang harus diambil sebelum membuat chart kontrol?
- 2) Sebutkan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengisian/perhitungan chart kontrol?
- 3) Apa yang dapat diambil kesimpulan dari chart kontrol jika semua titik jatuh di dalam LKA dan LKB?
- 4) Coba data dibawah ini masukkan dalam lembar data untuk chart kontrol \bar{X} dan R?

Data diameter bola baja diambil selama 10 hari, setiap pengambilan terdiri dari 4 pengamatan (unit dalam cm)

Tanggal	Pengamatan			
1 April	1,5	1,6	1,7	1,4
2 April	1,7	1,7	1,3	1,4
3 April	1,5	1,5	1,6	1,5
4 April	1,6	1,6	1,6	1,4
5 April	1,7	1,3	1,5	1,3
6 April	1,5	1,7	1,7	1,7
7 April	1,6	1,6	1,5	1,4
8 April	1,4	1,4	1,6	1,7
9 April	1,3	1,4	1,4	1,6
10 April	1,5	1,4	1,7	1,6

- 5) Tindakan apa yang Anda lakukan jika terdapat 12 titik berturut jatuh di dalam daerah LKA dan LKB tetapi semuanya di bawah garis tengah?

Kunci Jawaban Latihan

Semua latihan itu dapat Anda kerjakan dengan meteri pelajaran Kegiatan Belajar 2.

4.2.3 Rangkuman

Langkah-langkah penting yang harus dilakukan dalam pembuatan chart kontrol.

- 1) Menentukan objektif dari chart
- 2) Memilih variabel
- 3) Menentukan besarnya sampel
- 4) Menentukan banyaknya sampel
- 5) Membuat lembar data
- 6) Menentukan unit ukuran
- 7) Mengadakan pengukuran
- 8) menghitung \bar{X} dan R dari tiap sampel
- 9) Menghitung $\bar{\bar{X}}$ dan \bar{R}
- 10) Mencari LKA dan LKB
- 11) Plot hasil pengamatan pada chart kontrol yang telah dibuat.

Kesimpulan dan tindakan yang dapat diambil dari chart kontrol.

- 1) Mengambil keputusan apakah produksi diteruskan atau dihentikan dengan mengubah proses produksi.
- 2) Apakah rata-rata perlu diubah ataukah telah memenuhi kualitas yang diinginkan?
- 3) Apakah dispersi terlalu besar ataukah tidak?

4.2.4 Tes Formatif 2

- 1) Besar sampel sangat berperan dalam menentukan chart kontrol. Berapakah besar sampel yang baik dalam proses produksi
 - A. 2
 - B. 4
 - C. 10
 - D. 15

- 2) Jika suatu produksi menghasilkan titik dalam chart kontrol jatuh dalam daerah LKA dan LKB, maka dapat disimpulkan bahwa
 - A. proses tidak terkontrol
 - B. proses terkontrol tidak perlu modifikasi proses
 - C. Proses terkontrol tapi perlu modifikasi proses
 - D. proses terkontrol perlu modifikasi paling sedikit 7 buah titik berturut-turut terletak disatu sisi garis tengah

- 3) Untuk membuat chart kontrol langkah pertama apa yang harus dilakukan?
 - A. mengumpulkan data
 - B. menentukan LKA dan LKB
 - C. menentukan \bar{X} dan R
 - D. menentukan tujuan pembuatan chart kontrol

- 4) Garis tengah untuk chart kontrol jarang digunakan \bar{X}' , sebab
 - A. \bar{X}' tidak diketahui
 - B. \bar{X}' tidak dapat dihitung dari sampel
 - C. tidak praktis
 - D. \bar{X}' tidak menggambarkan rata-rata hasil proses produksi

- 5) Alat ukur untuk mengamati hasil proses produksi harus ditentukan lebih dahulu, supaya
 - A. sesuai dengan ketelitian yang dikehendaki dan hemat
 - B. biaya dapat dihemat
 - C. cepat melakukan pengukuran
 - D. sesuai dengan tujuan pengamatan dan ketelitian yang dikehendaki.

4.2.5 Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang ada di bagian akhir modul ini dan hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{\text{Jumlah seluruh soal}} \times 100\%$$