

## PERAN STATISTIKA DALAM MENDUKUNG PENGEMBANGAN INDUSTRI Pengendalian Mutu dengan Bantuan Statistika

Muhammad Arif Tiro  
Program Studi Statistika  
FMIPA Universitas Negeri Makassar

### Abstrak

Salah satu alat penting dan sering digunakan dalam pengendalian proses secara statistika adalah peta kendali. Penggunaan peta kendali memainkan peranan yang besar dalam dunia industri masa kini. Peta kendali telah terbukti berguna dalam upaya meningkatkan produktivitas, efektif dalam pencegahan produk yang cacat, memberikan informasi diagnostik dan informasi tentang kemampuan proses. Secara garis besar, peta kendali dibagi menjadi dua, yaitu: (1) peta kendali untuk pemeriksaan atribut yang terdiri dari peta- $p$ , peta  $np$ , peta- $c$ , dan peta- $u$ ; dan (2) peta kendali untuk pemeriksaan peubah (*variables*) yang terdiri dari peta  $\bar{x}$  dan  $R$ , peta  $\bar{x}$  dan  $S$ . Peta kendali yang sangat efektif untuk mendeteksi pergeseran kecil pada parameter proses di antaranya Peta Kendali Rerata Bergerak Geometri (*Geometric moving average = GMA*) atau Peta Kendali Shewhart Standard dan Peta Kendali *Cumulative Sum (CUSUM)*. Untuk mendeteksi pergeseran proses yang melibatkan lebih dari satu ciri dibutuhkan peta kendali *multivariate* yang tepat, misalnya peta kendali *multivariate* Shewhart atau peta *multivariate* CUSUM.

**Kata Kunci :** Peta- $p$ , Peta- $np$ , Peta- $c$ , Peta- $u$ , Peta  $\bar{x}$ -bar dan  $R$ , Peta  $\bar{x}$ -bar dan  $S$ , dan Peta CUSUM

### 1. Pendahuluan

Statistika diperlukan karena kita tidak dapat menghindari dari terjadinya keragaman (variasi) dalam berbagai situasi yang dihadapi. Dengan demikian, konsep keragaman dibicarakan lebih dahulu. Kemudian, dasar statistis peta kendali, alasan menggunakan peta kendali, jenis peta kendali, alur penentuan peta kendali, contoh peta kendali atribut dan peubah, dan peta kendali *multivariate* dibicarakan secara sangat singkat.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### Konsep Keragaman

Secara umum, keragaman suatu produk dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu:

- keragaman yang terjadi secara acak (*variability due to random causes*);
- keragaman yang terjadi karena sebab yang dapat dicari sumber penyebabnya (*variability due to assignable causes*).

Keragaman yang terjadi secara acak mungkin tidak dapat dikontrol, tetapi dapat diperhitungkan dengan bantuan statistika. Tetapi, keragaman yang terjadi secara sistematis karena ada penyebab tertentu dapat dicari penyebabnya sehingga dapat dikontrol melalui intervensi tertentu. Tujuan pengendalian proses secara statistis adalah *menyingkirkan keragaman dalam proses dan hasil* jika produk dari proses itu diharapkan homogen.

### **Dasar Statistis Peta Kendali**

Peta kendali adalah alat yang efektif dalam upaya mengurangi keragaman sebanyak mungkin. Peta kendali memuat garis tengah (rerata ciri mutu berkaitan dengan keadaan terkendali). Batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dipilih sehingga apabila proses terkendali, hampir semua titik sampel akan jatuh di antara kedua garis batas (BKA dan BKB). Selama titik-titik hasil terletak di dalam batas-batas kendali, proses dianggap dalam keadaan terkendali, dan tidak perlu tindakan apapun sebagai perbaikan. Tetapi, satu titik yang terletak di luar batas kendali diinterpretasikan sebagai fakta bahwa proses tidak terkendali, dan diperlukan tindakan penyelidikan dan perbaikan.

### **Mengapa peta kendali digunakan?**

Minimal lima alasan penting digunakannya peta kendali mutu, terutama dalam bidang industri (Montgomery, 1998), yaitu:

1. telah terbukti berguna dalam upaya meningkatkan produktivitas;
2. efektif dalam pencegahan produksi cacat;
3. mencegah penyesuaian proses yang tidak perlu;
4. memberikan informasi diagnostis;
5. memberikan informasi kemampuan proses.

### **Tipe Peta Kendali**

Selanjutnya, kita akan membicarakan beberapa jenis peta kendali mutu. Secara garis besar, peta kendali dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Peta kendali untuk pemeriksaan atribut yang terdiri dari:
  - a. peta- $p$ , yaitu peta kendali untuk proporsi unit cacat;
  - b. peta  $np$ , yaitu peta kendali untuk proporsi unit cacat dengan jumlah sampel sama;
  - c. peta- $c$ , yaitu peta kendali jumlah cacat suatu unit dengan ukuran sampel sama;

- d. peta- $u$ ; yaitu peta kendali jumlah cacat suatu unit dengan ukuran sampel berbeda.
2. Peta kendali untuk pemeriksaan peubah (*variables*) yang terdiri dari:
- peta  $\bar{x}$ -bar dan  $R$ , yaitu peta kendali rerata *subgroup* dan *range subgroup*;
  - peta  $\bar{x}$ -bar dan  $S$ , yaitu peta kendali rerata *subgroup* dan simpangan baku *subgroup*.

Grand & Leavenworth (1972) memberikan formula umum untuk batas kontrol pada peta  $\bar{x}$ -bar adalah  $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ . Dengan cara sama, formula umum untuk peta kontrol untuk ukuran penyebaran *subgroup* adalah:

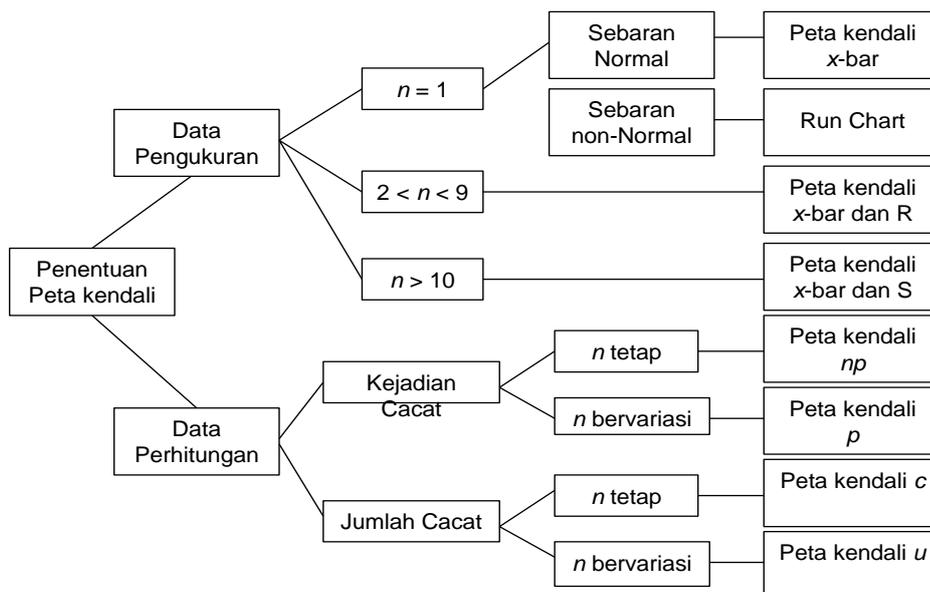
- untuk peta  $R$ , adalah  $\bar{\bar{R}} \pm 3\sigma_{\bar{R}}$  ;
- untuk peta  $S$  adalah  $S \pm 3\sigma_S$ .

Tetapi, apabila tiga formula ini digunakan pada perhitungan batas kontrol bawah, limit tersebut bisa kurang dari nol bila  $n=6$  atau kurang untuk peta  $R$  dan bila  $n=5$  atau kurang untuk peta  $S$ . Karena  $R$  dan  $S$  tidak bisa kurang dari nol, maka ditetapkan sama dengan nol dalam kasus seperti ini.

### 3. Metode Penelitian

#### Alur Penentuan Peta Kendali

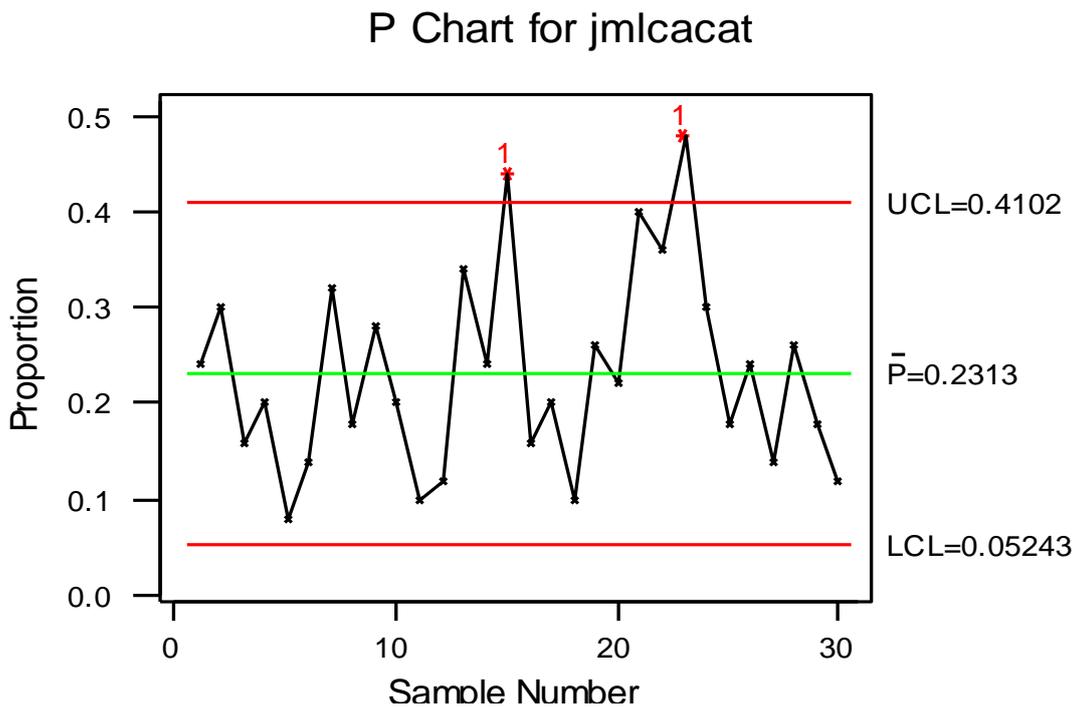
Alur kendali mutu dapat dijelaskan dengan ilustrasi gambar berikut:



Gambar 1. Alur Kendali Mutu

### Peta Kendali Atribut

Peta  $p$ : pengendalian mutu kotak yang digunakan dalam pengepakan sari air jeruk dingin (Montgomery, 1998). Sebanyak 30 anggota sampel yang masing-masing berisi 50 kotak ( $n = 50$ ). Pengambilan sampel dilakukan dalam selang waktu setengah jam pada tiga pergantian (*shift*) waktu mesin yang beroperasi secara terus-menerus. Hasil analisis dengan peta kendali mutu dapat dilihat pada Gambar 2.



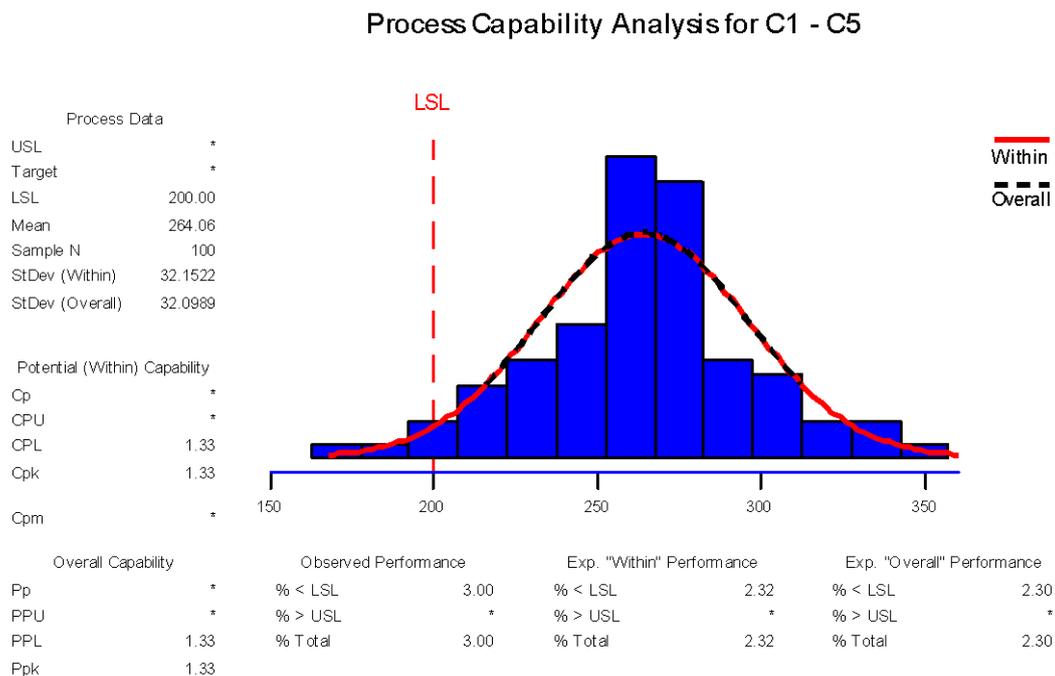
**Gambar 2.** Hasil Analisis dengan Peta Kendali Mutu

## 4. Pembahasan

### Contoh Peta Kendali Peubah

Dua jenis peta kendali peubah, yaitu peta kendali  $\bar{x}$ -bar dan  $S$  serta peta kendali  $\bar{x}$ -bar dan  $R$ . Peta kendali ini mengendalikan proses yang dilihat dari rerata dan keragaman proses. Peta  $\bar{x}$ -bar digunakan untuk membuat diagram rerata suatu ciri mutu tertentu, sedangkan peta kendali  $R$  memetakan rentang ciri mutu tertentu. Selanjutnya, peta kendali  $S$  memetakan variansi suatu ciri mutu dalam suatu sampel. Menurut Montgomery (1998), apabila jumlah pengamatan per sampel relatif kecil, peta kendali  $\bar{x}$ -bar dan  $R$  sama baiknya dengan peta kendali  $\bar{x}$ -bar dan  $S$ . Contoh, uji kekuatan meledak botol minuman ringan yang berisi satu liter. Ada 20 anggota sampel yang diambil dan masing-masing terdiri atas lima pengamatan.

Pada kasus uji kekuatan meledak botol minuman ringan, peta kendali menunjukkan bahwa proses terkendali secara statistik. Namun, perlu uji apakah proses sudah memenuhi spesifikasi tertentu (analisis kemampuan proses). Perusahaan menentukan batas spesifikasi bawah kekuatan meledak adalah 200 *psi*. Hasil analisis kemampuan proses dengan menggunakan Minitab ditampilkan sebagai berikut:



**Gambar 3.** Hasil Analisis Kemampuan Proses

### Peta Kendali yang Lain

Selain peta kendali mutu yang telah dibicarakan, tambahan lagi dapat diperkenalkan, yaitu: **Peta Kendali Rerata Bergerak Geometrik (Geometric Moving-Average/GMA Control Chart)** atau peta kendali **Shewhart Standard** yang mengasumsikan runtunan sampel sebagai data deret waktu (*time series*). Tampilan peta kendali GMA hampir sama dengan peta kendali Cumulative Sum (CUSUM). Ketika proses berada pada target, peta CUSUM dapat dirancang untuk menghasilkan ARL (*Average Run Length*) yang lebih pendek dari peta kendali Shewhart dalam mendeteksi pergeseran kecil pada parameter proses.

Perbandingan antara peta kendali CUSUM dan peta kendali Shewhart, yaitu peta CUSUM lebih efektif dalam menyidik pergeseran *mean* (rerata) proses yang relatif

kecil, dan kerap kali pergeseran proses mudah menyidikinya secara visual dengan perubahan lerengan titik-titik tergambar. Kemudian kekurangan CUSUM, antara lain:

- sangat lambat menyidik pergeseran yang besar;
- prosedur yang tidak terlalu efektif guna menganalisis data yang lalu untuk menyidik terkendalnya suatu proses atau membawa proses ke dalam keadaan terkendali.

#### **Peta Kendali Mutu *Multivariate***

Selanjutnya, peta kendali *multivariate* bertujuan memonitor kinerja suatu proses produksi tertentu untuk mampu menjawab apakah proses *terkontrol* atau tidak, jika proses tersebut bergantung pada beberapa ciri mutu, dengan setiap cirinya bisa saling berhubungan. Dua pertanyaan penting yang perlu dijawab dikemukakan di sini, yaitu:

- Apakah proses secara statistik *terkontrol* atau tidak?
- Apakah proses secara teknis *terkontrol* atau tidak?

Proses *terkontrol* secara statistik atau stabil jika variasi yang ditimbulkan berasal dari faktor-faktor yang tidak dapat dikontrol dan muncul secara alami (*common cause*). Pada saat proses stabil, maka mutu produksi untuk jangka ke depan dapat diramalkan dan dapat pula dipelajari. Pertanyaan selanjutnya, yang perlu dijawab adalah:

- Apakah proses mampu menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi?

Jika ya, proses dikatakan *terkontrol* secara teknis

Peta kendali mutu *multivariate* yang dapat dipertimbangkan, antara lain yaitu:

- Peta kendali *multivariate* kendali T-square ( $T^2$ ).
- Peta *multivariate* CUSUM antara lain MCUSUM, SPRT, Metode Shrinkage, COT, Mean Estimating CUSUM dan sebagainya.

Seperti *univariate* CUSUM, kinerja peta *multivariate* CUSUM juga diukur berdasarkan ARL (*Average Run Length*). Apakah peta kendali mampu mendeteksi pergeseran sedini mungkin? Jawabannya dapat dilihat dari *out of control* ARL yang kecil, sedangkan jika tujuannya untuk menjaga proses tetap berjalan di dalam kendali, maka dilihat dari ARL *terkontrol* yang besar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Amitava, M. 1993. *Fundamental of Quality Control and Improvement*, New York: Macmillan Publishing Company.

- Grant, Eugene, L. & Leavenworth, Richard, S. 1972. *Statistical Quality Control*. Fourt Edition. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Montgomery, Douglas C., 1998. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pyzdek, Thomas, 2002. *The Six Sigma Handbook I*. Terjemahan. Jakarta: Salemba Empat.
- Nur Iriawan & Septin Puji Astuti, 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.