

## ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI DENGAN DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT $np$

Tri Jayanti Kwamjih Dasilia, Setyo Wira Rizki, Dadan Kusnandar

### INTISARI

*Statistical quality control merupakan salah satu cara untuk mengendalikan kualitas produk. Alat yang umum digunakan dalam statistical quality control untuk pengendalian kualitas adalah diagram kontrol. Penerapan pengendalian kualitas diterapkan pada data kecacatan produk koran PT. JKL, dengan menggunakan diagram kontrol multivariat  $np$ . Hasil analisis pada data fase I menunjukkan bahwa data dalam keadaan terkontrol dan nilai batas kontrol pada fase I digunakan kembali pada analisis fase II. Analisis fase II proses produksi belum terkontrol, hal ini ditunjukkan oleh 4 pengamatan pada data fase II keluar dari batas kontrol atas dengan nilai sebesar 4.145 dan batas kontrol bawah dengan nilai sebesar 3.661. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produk koran adalah faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor lingkungan. Perlunya perbaikan pada faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pada kualitas, sehingga kualitas produk koran dapat terkendali secara statistik.*

**Kata Kunci :** Pengendalian Kualitas, Diagram Kontrol Multivariat  $np$ .

### PENDAHULUAN

Proses produksi akan menghasilkan barang dan jasa dengan kriteria yang telah ditentukan. Pada kenyataannya proses produksi tidak serta merta menghasilkan semua produk yang sesuai dengan kriteria, hal ini mengakibatkan turunnya nilai kualitas suatu barang dan jasa. Kualitas dapat diartikan sebagai kecocokan dalam penggunaannya [1]. Pandangan lain mengartikan kualitas adalah sebagai kesesuaian produk dan jasa dengan keinginan konsumen [2].

Penerapan pengendalian kualitas dalam suatu produksi dapat mendeteksi penyebab terjadinya cacat suatu produk, karena jumlah produk dan jasa yang cacat merupakan salah satu permasalahan yang serius. Pengontrolan produksi dapat meminimalisir produk dan jasa yang cacat. Diagram kontrol merupakan salah satu alat untuk pengendalian kualitas. Diagram kontrol dapat digunakan sebagai alat pengendalian manajemen guna mencapai tujuan tertentu yang berkenaan dengan kualitas proses. Diagram kontrol diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu diagram kontrol variabel dan diagram kontrol atribut [1].

Dalam proses produksi atau layanan biasanya terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi kualitas layanan atau produk. Masalah yang terjadi biasanya disebabkan oleh lebih dari dua variabel, sehingga diagram kontrol multivariat  $np$  sesuai untuk menganalisis permasalahan ini. Penelitian ini menerapkan diagram kontrol multivariat  $np$  pada data kecacatan produksi barang. Diagram kontrol multivariat  $np$  merupakan salah satu diagram kontrol multi atribut yang merupakan pengembangan dari diagram kontrol univariat  $np$ . Diagram kontrol multivariat  $np$  berfungsi untuk mengukur banyaknya kecacatan pada produksi dengan jumlah sampel yang diamati adalah konstan. Penerapan diagram kontrol multivariat  $np$  pada data produksi koran, dapat menunjukkan apakah produksi koran PT. JKL terkendali secara statistik atau tidak, jenis cacat mana yang mendominasi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi cacat produk koran dan solusi.

Penelitian ini menggunakan data produksi surat kabar harian dari PT. JKL pada bulan Maret-Mei 2019 dengan pengambilan data berupa data sekunder dan data primer. Data yang diperoleh dibagi menjadi dua fase dan setelah itu data diuji korelasi untuk digunakan dalam perhitungan batas kontrol. Tahap selanjutnya adalah membuat diagram pareto, histogram, statistik deskriptif dan nilai proporsi dari data cacat produk koran. Langkah selanjutnya adalah menghitung batas kontrol atas ( $UCL$ ), garis

tengah ( $CL$ ), dan batas kontrol bawah ( $LCL$ ). Setelah mendapatkan nilai batas kontrol langkah berikutnya adalah menghitung statistik  $X$ . Statistik  $X$  adalah jumlah produk cacat yang diberi bobot untuk setiap karakteristik kualitas dalam sebuah sampel. Hasil dari perhitungan nilai statistik  $X$  tiap karakteristik divisualisasikan kedalam diagram kontrol multivariat  $np$  dengan batas kontrol yang telah dihitung sebelumnya. Jika pada analisis data fase I terdapat pengamatan yang keluar batas kontrol maka data yang keluar dari batas kontrol harus dieliminasi dan dilakukan perhitungan kembali untuk batas kontrol dan statistik  $X$ . Apabila data sudah terkontrol maka batas kontrol dapat digunakan kembali pada analisis data fase II. Langkah berikutnya adalah analisis data fase II, pada fase ini dilakukan perhitungan statistik  $X$  data fase II. Hasil statistik  $X$  data fase II selanjutnya divisualisasikan kedalam diagram kontrol multivariat  $np$  dengan batas kontrol yang sama dengan fase I. Apabila terdapat pengamatan yang keluar pada data fase II maka langkah selanjutnya akan dilakukan perhitungan skor statistik  $Z$  dan membentuk diagram sebab-akibat guna melihat faktor-faktor yang mempengaruhi kecacatan jika tidak maka fase dikatakan terkendali.

### **Check Sheet**

*Check Sheet* atau lembar periksa adalah lembar yang berisi daftar-daftar yang diperlukan dan bertujuan untuk perekaman data sehingga dapat digunakan dalam pengumpulan data secara sistematis dan teratur. Data yang diperoleh dari *check sheet* dapat berupa data kuantitatif atau kualitatif. Tujuan utama lembar periksa adalah untuk memastikan bahwa data dikumpulkan dengan cermat dan akurat untuk pengendalian produksi dan penyelesaian masalah [3]. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian produksi koran di PT. JKL pada bulan Maret-Mei 2019, penelitian dilakukan sesuai jadwal produksi, sehingga didapatkan 45 sampel selama periode 3 bulan dan tiap sampelnya terdapat 7000 produk yang diamati. Satuan untuk data cacat produk koran adalah eksemplar.

Karakteristik kualitas yang diamati pada proses produksi yang pertama adalah kertas koran putih. Kertas koran putih merupakan kondisi hasil cetak koran yang sudah dicetak, terpotong dan terlipat akan tetapi tidak memiliki informasi ataupun gambar yang tercetak. Karakteristik kualitas yang kedua adalah koran kotor yang merupakan kondisi hasil cetak koran berwarna hitam, berita dan gambar sudah tercetak akan tetapi sebagian besar permukaan kertas koran berwarna hitam dan informasi yang tercetak tidak dapat dibaca. Karakteristik kualitas yang ketiga adalah tidak teregister yang merupakan kondisi hasil cetak koran dengan tinta warna yang belum stabil. Koran yang tidak teregister biasanya terjadi pada informasi yang berupa gambar dan mengandung banyak warna. Karakteristik kualitas yang terakhir adalah kertas koran rusak dengan kondisi kertas sobek, basah, terputus atau kertas dalam kondisi berkerut sehingga hasil cetakan tidak dapat menampilkan berita dengan utuh. Penggunaan *check sheet* digunakan pada saat mencatat munculnya karakteristik suatu produk yang berkaitan dengan ketidaksesuaian dalam produksi barang karena masalah kualitas. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis kualitas.

### **Estimasi Proporsi Cacat**

Ketika proporsi vektor  $p$  dan matrik korelasi tidak diketahui, maka harus diestimasi dari data pengamatan. Proporsi kecacatan merupakan rata-rata dari karakteristik kualitas. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil sejumlah  $k$  sampel awal dengan besar sampel yang diamati sebanyak  $n$ . Diasumsikan  $C_{ij}$  adalah karakteristik kualitas pada variabel  $i$  pengamatan ke  $j$ . Vektor proporsi ketidaksesuaian dapat diestimasi sebagai berikut [4].

$$\bar{P}_i = \frac{\sum_{j=1}^k C_{ij}}{nk} \quad (1)$$

Hasil perhitungan proporsi cacat setiap karakteristik dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1 Nilai proporsi cacat setiap karakteristik**

Proporsi Cacat	Nilai
$\bar{P}_1$	0,0127
$\bar{P}_2$	0,0203
$\bar{P}_3$	0,0463
$\bar{P}_4$	0,0076

Matriks koefisien korelasi dari sampel awal dinotasikan  $\bar{\Sigma}$ . Nilai dari elemen matriks  $\bar{\Sigma}$  dan nilai proporsi cacat tiap karakteristik digunakan dalam mengestimasi nilai batas kontrol data fase I. Anggota dari matriks korelasi  $\bar{\Sigma}$  dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\bar{\Sigma} = \begin{bmatrix} 1 & \delta_{12} & \dots & \delta_{1j} \\ \delta_{21} & 1 & \dots & \delta_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{i1} & \delta_{i2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Anggota dari matriks korelasi dapat diestimasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \delta_{ij} &= \frac{Cov(C_i, C_j)}{\sqrt{Var(C_i)Var(C_j)}} \\ &= \frac{n \sum_{h=1}^k \left[ C_{ih} - \frac{\sum_{h=1}^k C_{ih}}{k} \right] \left[ C_{jh} - \frac{\sum_{h=1}^k C_{jh}}{k} \right]}{\sqrt{\left[ \sum_{h=1}^k \left( C_{ih} - \frac{\sum_{h=1}^k C_{ih}}{k} \right)^2 \right] \left[ \sum_{h=1}^k \left( C_{jh} - \frac{\sum_{h=1}^k C_{jh}}{k} \right)^2 \right]}} \end{aligned} \tag{2}$$

Dengan menggunakan persamaan matriks koefisien korelasi, maka hasil perhitungan elemen matriks korelasi untuk data fase I adalah sebagai berikut.

**Tabel 2 Nilai Elemen Matriks Koefisien Korelasi**

Elemen Matriks Korelasi	Nilai
$\delta_{12}$	0,1981
$\delta_{13}$	-0,5640
$\delta_{14}$	-0,7473
$\delta_{23}$	-0,3723
$\delta_{24}$	-0,4583
$\delta_{34}$	0,4242

**Analisis Diagram Kontrol Multivariat  $np$**

Diagram kontrol adalah alat grafis untuk memantau aktivitas proses yang sedang berlangsung. Diagram kontrol yang paling umum digunakan dalam proses produksi adalah diagram kontrol Shewhart [2]. Diagram kontrol memiliki beberapa unsur yaitu garis tengah ( $CL$ ) bersesuaian dengan *mean* populasi yang diperkirakan dari nilai yang diamati dalam proses. Daerah antara batas kendali atas ( $UCL$ ) dan batas kendali bawah ( $LCL$ ) menunjukkan variasi yang terkontrol. Variasi dikatakan tidak terkontrol apabila nilai pengamatan berada di luar daerah yang telah ditentukan. Model umum dari diagram kontrol adalah jika  $w$  merupakan karakteristik kualitas dan  $\mu_w$  adalah *mean* dari  $w$  dan  $\sigma_w^2$  adalah varians dari  $w$  maka garis tengah, maka batas kendali atas dan batas kendali bawah secara umum dapat didefinisikan sebagai berikut [1]:

$$\begin{aligned} UCL &= \mu_w + L\sigma_w \\ CL &= \mu_w \\ LCL &= \mu_w - L\sigma_w \end{aligned}$$

Hasil perhitungan parameter selanjutnya digunakan dalam penentuan batas kontrol diagram multivariat  $np$ . Proses selanjutnya adalah menentukan  $UCL$ ,  $CL$  dan  $LCL$  dengan  $p_i$  dan  $p_j$  adalah

proporsi karekteristik cacat,  $n$  adalah banyaknya pengamatan yang diamati dan  $\delta_{ij}$  adalah anggota matrik korelasi antar karakteristik kualitas, persamaan batas kontrol untuk diagram kontrol multivariat  $np$  dapat diestimasi sebagai berikut.

$$UCL = n \sum_{i=1}^m \sqrt{p_i} + 3 \sqrt{n \left\{ \sum_{i=1}^m (1 - p_i) + 2 \sum_{i < j} \delta_{ij} \sqrt{(1 - p_i)(1 - p_j)} \right\}} \tag{3}$$

$$CL = n \sum_{i=1}^m \sqrt{p_i} \tag{4}$$

$$LCL = n \sum_{i=1}^m \sqrt{p_i} - 3 \sqrt{n \left\{ \sum_{i=1}^m (1 - p_i) + 2 \sum_{i < j} \delta_{ij} \sqrt{(1 - p_i)(1 - p_j)} \right\}} \tag{5}$$

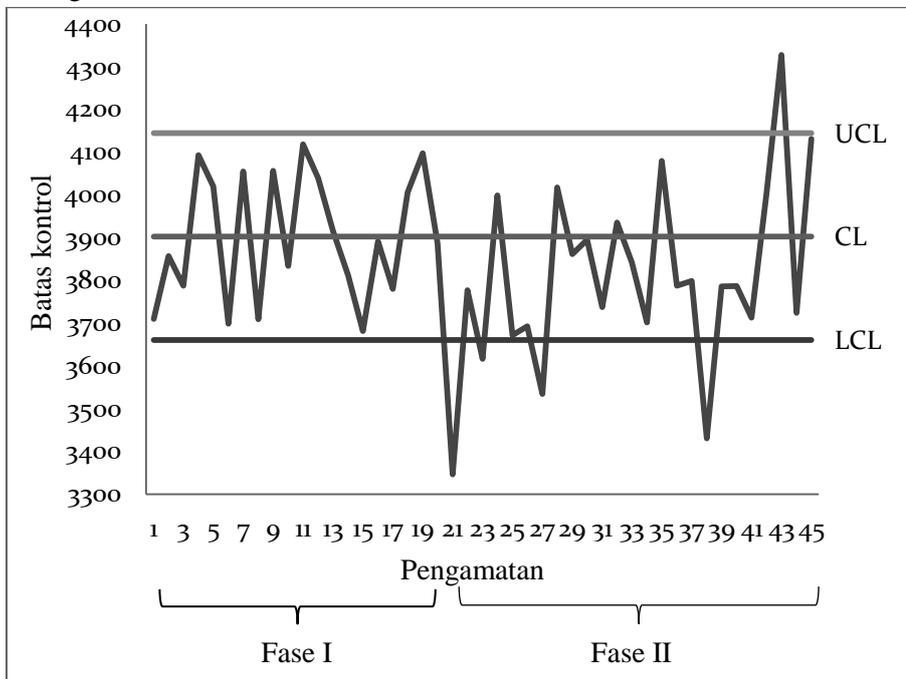
Dengan menggunakan persamaan 3, 4 dan 5 maka diperoleh batas kontrol untuk data fase I adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} UCL &= 7000 \times 0,5575 + 3 \sqrt{7000 \{3,913 + (-2,98256)\}} = 4.144,91 \\ CL &= 7000 \times 0,5575 = 3.902,785 \\ LCL &= 7000 \times 0,5575 - 3 \sqrt{7000 \{3,913 + (-2,98256)\}} = 3.660,66 \end{aligned}$$

Setelah menghitung batas kontrol langkah selanjutnya adalah menghitung statistik  $X$ . Nilai dari statistik  $X$  menjadi sebuah titik-titik yang akan diamati dalam diagram kontrol  $Mnp$ , maka nilai statistik  $X$  dapat diestimasi dengan persamaan berikut [4].

$$X_j = \sum_{i=1}^m \frac{c_{ij}}{\sqrt{p_i}} \tag{6}$$

Hasil perhitungan statistik  $X$  ini selajutnya divisualisasikan ke dalam diagram kontrol multivariat  $np$  dengan batas kontrol yang telah dihitung, maka diagram kontrol multivariat  $np$  untuk data produk koran adalah sebagai berikut.



**Gambar 1 Diagram Multivariat  $np$  Produk Koran**

Hasil dari analisis diagram kontrol multivariat  $np$  data fase I dengan jumlah pengamatan 20 menunjukkan bahwa data fase I sudah dalam kategori terkontrol, yang berarti tidak ada titik-titik pengamatan yang keluar dari batas kontrol yang telah ditentukan. Apabila data fase I tidak terkontrol maka data yang keluar dari pengamatan harus dieliminasi dan dilakukan perhitungan ulang untuk batas kontrol dan nilai statistik  $X$  dengan menggunakan data yang telah dieliminasi. Analisis data fase

II dengan jumlah data 25 memperlihatkan bahwa terdapat beberapa titik pengamatan yang keluar dari batas kontrol yang telah ditetapkan. Data yang berada di luar batas kontrol yaitu pengamatan ke-21, pengamatan ke-23, pengamatan ke-27, pengamatan ke-38, dan pengamatan ke-43 sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi produk koran belum terkendali secara statistik. Proses selanjutnya adalah menghitung skor statistik  $Z$ , hal ini dilakukan untuk melihat seberapa besar kontribusi titik-titik tersebut sebagai penyebab *out-of-control*.

### Statistik $Z$

Pengamatan yang berada diluar batas kontrol pada fase II diidentifikasi seberapa besar kontribusinya sebagai penyebab sinyal *out-of-control*. Sinyal *out-of-control* dapat diidentifikasi dengan menggunakan skor statistik  $Z$  sebagai berikut [4].

$$Z_i = \frac{[c_{ij} - np_i]}{\sqrt{p_i}} \quad (7)$$

Pada perhitungan skor statisti  $Z$ , karakteristik kertas putih dinotasikan sebagai  $Z_1$ , karakteristik koran kotor dinotasikan sebagai  $Z_2$ , karakteristik tidak teregister dinotasikan sebagai  $Z_3$  dan karakteristik kertas rusak dinotasikan sebagai  $Z_4$ . Skor statistik  $Z_i$  dari keempat titik yang keluar dari pengamatan fase II dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3 Skor Statistik  $Z$  Setiap Karakteristik Cacat**

Sampel Ke	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
21	-274,19	-84,93	22,77	-220,24
23	-34,61	-204,24	-56,23	9,18
27	-141,09	146,69	236,55	-610,25
38	-149,96	-98,96	157,55	-380,83
43	196,11	-49,83	143,60	135,36

Berdasarkan hasil perhitungan sebagian besar titik *out-of-control* berada di atas batas kontrol atas. Penentuan karakteristik cacat yang menjadi kontributor utama proses di luar kendali adalah karakteristik kualitas yang memiliki skor statistik  $Z_i$  positif terbesar. Hasil skor statistik  $Z_i$  dari keempat pengamatan dapat ditentukan bahwa kontribusi utama *out-of-control* sampel ke-21 adalah tidak teregister, kontribusi utama *out-of-control* sampel ke-23 adalah kertas rusak, kontribusi utama *out-of-control* sampel ke-27 adalah tidak teregister, kontribusi utama *out-of-control* sampel ke-38 adalah tidak teregister dan kontribusi utama *out-of-control* sampel ke-43 adalah keras putih.

### PENUTUP

Berdasarkan analisis data produksi koran yang diperoleh dari PT. JKL dengan *statistical quality control* dalam pengendalian kualitas produksi, dapat diidentifikasi bahwa kualitas produk koran yang dihasilkan masih belum terkendali hal ini terlihat dari beberapa pengamatan yang berada diluar batas kontrol. Analisis data fase I menunjukkan bahwa proses produksi koran sudah terkendali dan tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kontrol, sehingga batas kontrol pada data fase I dapat digunakan kembali pada data fase II. Hasil analisis data fase II menggunakan diagram kontrol *Mnp* menunjukkan data pengamatan ke-21 dengan nilai statistik  $X = 3346,09$ , pengamatan ke-23 dengan nilai statistik  $X = 3616,77$ , pengamatan ke-27 dengan nilai statistik  $X = 3534,58$  dan pengamatan ke-38 dengan nilai statistik  $X = 3430,46$ , dan pengamatan ke-43 dengan nilai statistik  $X = 4327,91$  pada data fase II berada diluar batas kontrol atas dengan nilai 4.145 dan batas kontrol bawah dengan nilai 3.661. Faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pada produk koran diketahui dari hasil diagram sebab-akibat yaitu faktor manusia, faktor mesin, faktor metode dan faktor lingkungan Perlunya perhatian PT. JKL dalam menangani kualitas produk dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi sehingga kualitas koran yang dihasilkan lebih baik dan mampu bersaing dalam jenis usaha yang sama.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Montgomery, D. C., 2013, *Introduction to Statistical Quality Control*, Ed ke-7, John Wiley & Sons, New Jersey.
- [2]. Mitra, A., 2016, *Fundamentals of Quality Control and Improvement*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- [3]. Ishikawa, K., 1976, *Guide to Quality Control*, IMPRINT, Hongkong.
- [4]. Lu, X. S., Xie, M., Goh, T. N. dan Lai, C. D., 1998, Control Chart for Multivariate Attribute Processes, *International Journal of Production Research*, **36** (12) : 3477-3489.

TRI JAYANTI KWAMJIH DASILIA : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,  
trikwamjih@gmail.com  
SETYO WIRA RIZKI : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,  
setyo.wirarizki@math.untan.ac.id  
DADAN KUSNANDAR : Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,  
dkusnand@untan.ac.id

---