

DIAGRAM KONTROL *SHORT-RUN* UNTUK MEMANTAU MEAN DAN VARIABILITAS PROSES

¹Fathur Rahman, ²Muhammad Mashuri

^{1,2}Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Alamat e-mail : faturdocument@gmail.com

ABSTRAK

Statistik proses kontrol (SPC) adalah salah satu alat statistik yang paling penting untuk memantau proses produksi. Hal ini dapat efektif jika dirancang dan diimplementasikan ketika proses suatu produksi yang berurutan diamati dari kondisi produksi massal. Pada siklus produksi jangka pendek (*Short Production Run*) biasanya tidak memiliki data yang cukup memadai untuk melaksanakan SPC dengan menggunakan diagram kontrol klasik. Pada penelitian ini diperkenalkan bagaimana merancang dan mengimplementasikan diagram kontrol jangka pendek (*Short Run Control Chart*) untuk kondisi produksi dengan batch terbatas. Misalnya pemantauan spesifikasi kritikal parts untuk industri otomotif. Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa variabel yang tidak sama mengikuti distribusi normal dan dapat berfluktuasi dari waktu ke waktu untuk tujuan pemantauan beberapa produk untuk setiap produk multi-dimensi dengan cara berbeda dan varians dari *center line* (CL) digunakan untuk mengontrol diagram. Dengan pengembangan diagram kontrol *short-run*, diharapkan Sinyal Out-of-control dan pola non acak dapat dikenali dengan mudah.

Kata Kunci : : statistik proses kontrol (SPC), *short-run control chart*.

PENDAHULUAN

Statistik proses kontrol (SPC) merupakan suatu metode untuk mengendalikan kualitas yang dapat memberikan gambaran tentang proses yang sedang berjalan dengan mengambil sample untuk dianalisa menggunakan teknik statistik, sehingga variabilitas dalam proses dapat dikurangi. [1] Tujuan dari statistik proses kontrol (SPC) adalah untuk mendeteksi secara cepat kehadiran penyebab kasus dari pergeseran suatu proses sehingga dapat dilakukan perbaikan terhadap proses tersebut sebelum terlalu banyak proses yang tidak sesuai dengan standar berjalan [2].

Pengendalian proses statistik (SPC) adalah salah satu alat statistik yang paling penting untuk memantau proses produksi. Diagram kontrol jangka pendek (*Short-run control chart*) akan digunakan dalam setiap situasi di mana sangat sedikit (yaitu kurang dari 20 subgroup) atau tidak ada data yang ada tentang proses dan karena itu parameter kontrol tidak bisa diperkirakan. Penelitian ini akan menjelaskan tentang bagaimana menggunakan Short run Control chart untuk memantau multi-produk dengan multi-item berdasarkan mean dan variance proses[3].

Metode SPC (statistik proses kontrol) pertamakali dikembangkan untuk

aplikasi pada proses manufaktur dengan volume tinggi, atau lingkungan produksi massal, dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variansi yang disebabkan oleh variansi penyebab khusus dan variansi yang disebabkan oleh penyebab umum. Sejak diagram kontrol dikenalkan oleh Shewhart pada tahun 1924 banyak teknik, dan metode untuk pengendalian kualitas, telah diperkenalkan, dan menciptakan beragam lingkungan manufaktur dan tidak hanya produksi massal tetapi juga produksi dengan skala kecil [4].

Tahap yang paling penting dalam SPC adalah pemilihan indikator yang harus dipantau untuk membangun diagram kontrol, metode diagram kontrol jangka pendek (*Short-run control chart*) dirancang untuk digunakan pada produksi dengan skala kecil dengan jumlah data yang terbatas [6]. Untuk memantau karakteristik yang berbeda pada diagram kontrol yang sama, maka plot poin harus diberi kode, tujuannya adalah untuk membedakan unit dengan ukuran berbeda dengan karakteristik produk yang berbeda yang akan diplot pada diagram kontrol yang sama [7].

Dalam Proses *short-run* seringkali data yang dimiliki dari beberapa proses yang berjalan tidak mencukupi untuk menghasilkan estimasi parameter proses yang optimal, sehingga ini akan menyebabkan pengurangan kinerja pada diagram kontrol tersebut. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan cara mempertimbangkan sebuah proses analisis tunggal dengan menggunakan banyak bagian produk yang berbeda, sehingga semua pengamatan pada proses yang berbeda

dikonversi dalam data skala yang sama dan dipantau dalam diagram kontrol yang sama dengan kinerja yang optimal [5].

Diagram kontrol \bar{X} - R adalah diagram kontrol yang digunakan dalam dunia industri atau bisnis untuk memonitor data variabel dimana sample didapat dari sebuah proses industri dengan menggunakan sistem [rasionalisasi subgroup](#). Sataistik proses kontrol dapat di capai dengan menggunakan dua diagram kontrol variabel \bar{X} dan R . Dengan batas kontrol untuk diagram kontrol \bar{X} dan R yang didasarkan pada data yang diambil dari setidaknya 20 sampai 25 sampel produk dari proses tersebut.[8] Dalam banyak proses kontrol yang di jalankan, proses tersebut akan di anggap selesai jika *center-line* dan *control-limit* dapat dihitung, tetapi pada kenyataanya ini tidak berlaku pada proses produksi dengan ukuran sample yang kecil. Karena beberapa perusahaan lebih sering mempraktekkan produksi *JIT (Just In time)*, dan *short-run control chart* menjadi lebih umum untuk manufacturing dengan skala terbatas.[9][14]

METODE PENELITIAN

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data skunder yang di peroleh dari PT. AST yang berupa data dari proses produksi pembuatan sparepart mobil, pada periode 11 – 17 April 2014.

Diagram kontrol *short run* untuk pemantauan proses batch produksi di mana data yang dimiliki sangat terbatas dan tidak cukup untuk membangun diagram kontrol kalsik, Maka permasalahanya adalah bagaimana merancang diagram kontrol short run

untuk proses produksi jangka pendek yang berbeda Dari peta kendali Shewhart, dengan asumsikan bahwa 99,73% dari poin diplot dalam batas kontrol

Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka langkah-langkah yang dilakukan terdiri dari dua bagian, yang diuraikan sebagai berikut:

1. Membuat plot data dengan batas kontrol sesuai dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 UCL_R &= D_4 \bar{R} \\
 UCL_R &= D_3 \bar{R} \quad (1) \\
 \text{lalu } \rightarrow LCL_R &< R < UCL_R \\
 \bar{R} \frac{D_3 \bar{R}}{\bar{R}} &< R < \frac{D_4 \bar{R}}{\bar{R}}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan batas kontrol untuk diagram kontrol yang dimodifikasi:
Standar $UCL_R = D_4$
Standar $CL_R = 1$ (2)
Standar $LCL_R = D_3$.
3. Hitung karakteristik yang berbeda dan produk yang berbeda dengan means dan varians yang tidak sama.

Diasumsikan sebagai berikut:

n = jumlah subgroup yang termasuk karakteristik tertentu, $i = 1, 2, \dots, n$,

m = jumlah karakteristik kualitas, $j = 1, 2, \dots, m$,

p = jumlah produk, $k = 1, 2, \dots, p$,
 R_{ijk} : dimana mean range dari i th sampel adalah j th untuk parameter k th produk,

Target \bar{R}_{jk} : target R untuk j th parameter atau karakteristik untuk k th produk (diperoleh dari data historis).

Poin untuk short-run R
= Standar Unequal Range (SUR)
= $\frac{R_{ijk}}{\text{Target } \bar{R}_{jk}}$ (3)

4. Hitung batas kontrol untuk diagram kontrol *short-run* \bar{X} . Dengan asumsi bahwa 99,73% dari poin diplot dalam batas kontrol, ke dalam diagram kontrol \bar{X} dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\
 LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (4) \\
 \text{sehingga } LCL_{\bar{X}} &< \bar{X} < UCL_{\bar{X}}
 \end{aligned}$$

5. Mensubstitusikan persamaan dari langkah 4 sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} < \bar{X} < \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (5)$$

6. Kemudian, $\bar{\bar{X}}$ dapat dikurangkan dari dua sisi pertidaksamaan sehingga meghasilkan:

$$-A_2 \bar{R} < \bar{X} - \bar{\bar{X}} < A_2 \bar{R} \quad (6)$$

7. Hitung kedua sisi pertidaksamaan dengan \bar{R} sebagai berikut:

$$-A_2 < \frac{\bar{X} - \bar{\bar{X}}}{\bar{R}} < A_2 \quad (7)$$

8. Bangun diagram kontrol *short run* \bar{X} dengan cara:
short-run \bar{X}

$$\begin{aligned}
 &= \text{Standarisasi enqual mean (SUM)} \\
 &= \frac{\bar{X}_{ijk} - \text{Target } \bar{\bar{X}}_{jk}}{\bar{R}_{jk}} \quad (8)
 \end{aligned}$$

\bar{X}_{ijk} adalah mean dari i th sampel untuk j th parameter dan k th produk.

Target dari $\bar{\bar{X}}_{jk}$ adalah mean dari \bar{X} untuk j th parameter dan k th produk (yang di peroleh dari data sebelumnya).

Untuk mengetahui cara terbaik dari diagram kontrol *short run* untuk pemantauan proses batch produksi di mana data tidak yang dimiliki sangat terbatas dan tidak cukup untuk

membangun diagram kontrol kalsik. Dimana permasalahanya adalah bagaimana merancang diagram kontrol short run untuk proses produksi yang berbeda. Dari peta kendali Shewhart, dengan asumsikan bahwa 99,73% dari poin diplot dalam batas kontrol.[15] Penerapan diagram kontrol *short-run* dapat digunakan untuk memantau karakteristik yang tidak sama dalam rantai pasokan Industri otomotif, pada setiap titik diagram kontrol adalah seharusnya diplot dalam batas kontrol sesuai dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 UCL_R &= D_4 \bar{R} \\
 UCL_R &= D_3 \bar{R} \quad (1) \\
 \text{lalu } \rightarrow LCL_R &< R < UCL_R \\
 \bar{R} \frac{D_3 \bar{R}}{\bar{R}} &< R < \frac{D_4 \bar{R}}{\bar{R}}
 \end{aligned}$$

Untuk diagram kontrol yang dimodifikasi diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Standar } UCL_R &= D_4 \\
 \text{Standar } CL_R &= 1 \quad (2) \\
 \text{Standar } LCL_R &= D_3.
 \end{aligned}$$

Pengembangan dari revisi diagram kontrol untuk karakteristik yang berbeda dan produk yang berbeda dengan means dan varians yang tidak sama. Diasumsikan sebagai berikut:

- n = jumlah subgroup yang termasuk karakteristik tertentu, $i = 1, 2, \dots, n$,
- m = jumlah karakteristik kualitas, $j = 1, 2, \dots, m$,
- p = jumlah produk, $k = 1, 2, \dots, p$,
- R_{ijk} : dimana mean range dari i th sampel adalah j th untuk parameter k th produk,
- Target \bar{R}_{jk} : target R untuk j th parameter atau karakteristik untuk k th produk (diperoleh dari data historis).

Poin untuk short-run R

$$\begin{aligned}
 &= \text{Standar Unequal Range (SUR)} \\
 &= \frac{R_{ijk}}{\text{Target } \bar{R}_{jk}} \quad (3)
 \end{aligned}$$

Metode yang sama dapat disaran untuk diagram kontrol *short-run X*. Dengan asumsi bahwa 99,73% dari poin diplot dalam batas kontrol, ke dalam diagram

kontrol \bar{X} dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 UCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\
 LCL_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (4) \\
 \text{sehingga } LCL_{\bar{X}} &< \bar{X} < UCL_{\bar{X}}
 \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan diatas maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\bar{X} - A_2 \bar{R} < \bar{X} < \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (5)$$

kemudian, \bar{X} dapat dikurangkan dari dua sisi pertidaksamaan sehingga menghasilkan:

$$-A_2 \bar{R} < \bar{X} - \bar{\bar{X}} < A_2 \bar{R} \quad (6)$$

Akhirnya, kedua sisi pertidaksamaan dapat dibagi dengan \bar{R} sebagai berikut:

$$-A_2 < \frac{\bar{X} - \bar{\bar{X}}}{\bar{R}} < A_2 \quad (7)$$

Sehingga short-run \bar{X} dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{short-run } \bar{X} &= \text{Standarisasi enqual mean (SUM)} \\
 &= \frac{\bar{X}_{ijk} - \text{Target } \bar{X}_{jk}}{\bar{R}_{jk}} \quad (8)
 \end{aligned}$$

\bar{X}_{ijk} adalah mean dari i th sampel untuk j th parameter dan k th produk.

Target dari \bar{X}_{jk} adalah mean dari \bar{X} untuk j th parameter dan k th produk (yang di peroleh dari data sebelumnya).

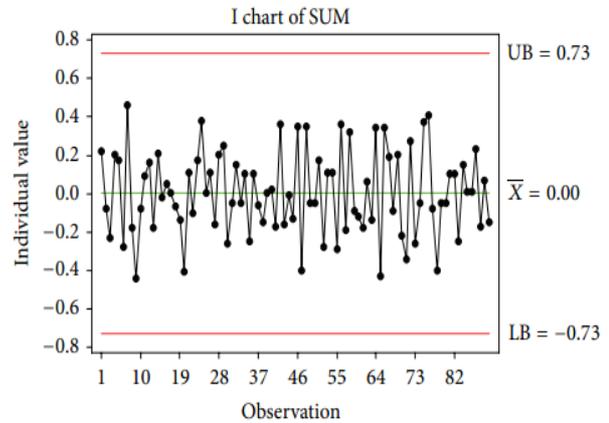
HASIL PENELITIAN

Untuk melukuan pengembangan diagram kontrol *short-run* pada proses produksi produsen firsttier dari industri otomotif . variabel produk yang digunakan dari proses produksi ini adalah braket lampu, proteksi kunci pengaman smadlock, dan braket injector. Pelaksanaan SPC terkonsentrasi pada ulangan harian yang dapat memonitor

output dari operasi perakitan. Untuk setiap indikator dari masing-masing produk, terdapat 6 sampel yang diukur dengan 4 kali perulangan. Untuk mengembangkan diagram kontrol pada penelitian ini, digunakan Software Minitab 16. Berdasarkan ketentuan umum pada diagram kontrol, maka hasil harus berada dalam batas kontrol atas dan bawah. Diagram kontrol \bar{X} , R individu biasanya sulit untuk menggambarkan karakteristik setiap produk, Karena jumlah titik-titik pada diagram kontrol tidak mencukupi untuk melakukan pengontrolan, yang menggambarkan kontrol diagram kontrol *short-run* maka untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan pemantauan 4 karakteristik produk tersebut secara bersamaan.

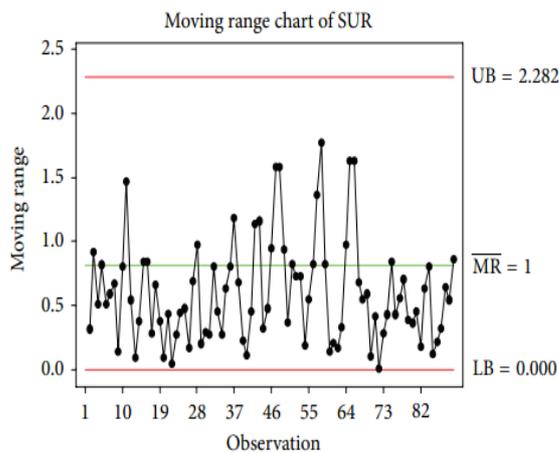
Tabel 1. Statistic proses kontrol dengan 4 karakteristik produk

Produk	Parameter	Observasi	Mean
Braket lampu	Tinggi cekungan	24	40.00
	Panjang tepi cekungan	24	200.01
	Lebar tepi cekungan	24	140.01
	Diameter	24	10.80
Kunci pengaman	Tinggi cekung 1	24	40.00
	Tinggi cekung 2	24	20.00
	Panjang	24	300.00
	Jarak ujung kunci kenock	24	100.01
Kunci pengaman smadlock	Tinggi cekungan	24	20.00
	Panjang	24	300.01
	Lebar	24	200.01
	Diameter tekanan	24	10.20
Braket injector	Panjang	24	300.01
	Tinggi cekung 1	24	70.00
	Tinggi cekung 2	24	70.01



Gambar 1. Short-run \bar{X}

Berdasarkan metodologi dari total 90 observasi dengan ukuran sampel dari 4 karakteristik produk yang di ambil untuk penelitian ini, data yang dikumpulkan diwakili pada Tabel 1. Menurut persamaan dikembangkan (3) dan (8), pada data yang terkait dengan tes diagram kontrol standar \bar{X} dan R pengembangan diagram kontrol dapat dilihat pada gambar (Gambar 1 dan 2). Gambar 1 memberikan keterangan berdasarkan empat produk yaitu: braket lampu, kunci pengaman, kunci pengaman smadlock, dan braket injektor. 24 poin pertama berfluktuasi dengan parameter produk pertama seperti tinggi cekungan, panjang tepi cekungan, lebar tepi cekungan, dan diameter; 24 poin kedua adalah proteksi kunci dengan parameter tinggi cekung 1, tinggi cekung 2, panjang, dan jarak ujung ke nock, 24 poin ketiga adalah kunci pengaman smadlock dengan parameternya adalah tinggi cekungan, panjang, lebar dan diameter tekanan, dan 18 poin keempat adalah braket injektor dengan parameter panjang, tinggi cekung 1 dan tinggi cekung 2. Dengan batas kontrol yang standar sesuai dengan (7).



Gambar 2. Short-run R

Gambar 2 memberikan keterangan untuk diagram kontrol short-run R untuk produk dan indikator yang ada pada data. Dengan batas kontrol yang telah distandarisasi sesuai dengan (2).

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa variabel yang berbeda dapat dipantau secara bersamaan untuk industri dalam manufacturing, dan dapat membantu untuk menghemat waktu untuk pemantauan proses produksi. Dalam prakteknya, ketika karakteristik yang sama dari bagian berbeda yang dipantau secara statistik, diagram kontrol *short-run* akan efisien ketika data yang diperlukan tidak mencukupi untuk menerapkan SPC klasik. Dalam konteks ini, diagram kontrol *short-run* dapat berguna untuk meningkatkan efektifitas dalam mendeteksi sinyal out-of control yang di uji pada diagram kontrol short-run. dan tidak ada sinyal tidak normal yang dapat digunakan sebagai standar untuk menerapkan SPC. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk menyelidiki indeks kapabilitas proses dari diagram kontrol dalam kondisi karakteristik yang tidak setara dan diagram kontrol jangka pendek untuk multiple produk dan

multipel item berbasis Fuzzy dengan memantau mean dan varians proses.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. C. Alwan, 2000, *Statistical Process Analysis*, McGraw-Hill, 1st edition.
- [2] M. Xie and T. N. Goh, 1999, Statistical techniques for quality, *the TQM Magazine*, vol.11, no.4, pp.238-241.
- [3] D.C. Montgomery, G.C. Runger, and N.F. Hubele, 2007, *Engineering Statistics*, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 4th edition.
- [4] M. N. Ab Rahman, R. Mohd Zain, Z. Mohd Nopiah et al., 2009, the implementation of SPC in Malaysian manufacturing companies, *European Journal of Scientific Research*, vol.26, no.3, pp. 453-464.
- [5] S.A. Wise and D.C. Fair, 1997, *Innovative Control Charting* : American Society for Quality.
- [6] D. C. Montgomery, 2001, *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- [7] G. E. Hayes, 1974, *Quality Assurance: Management and Technology*, Charger Productions, Capistrano Beach, Calif, USA.
- [8] V.E. Sower, J.G. Motwani, and M.J. Savoie, 1994, S Charts for short run statistical process control, *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol.11, no.6, pp.50-56.
- [9] D.H. Besterfield, 2009, *Quality Control*, Prentice Hall, New York, NY, USA, 8th edition.

- [10] Minitab, Minitab (Version 15.1.0.0), Minitab Inc., 2006.
- [11] G. Nedumaran and V. J. Leon, 1998, P-chart control limits based on a small number of subgroups, *Quality Engineering*, vol. 11, no.1, pp.1–9.
- [12] V. E. Sower, J. G. Motwani, and M. J. Savoie, 1994, β charts for short run statistical process control, *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol.11, no.6, pp.50–56.
- [13] M. Aminnayeri, E. A. Torkamani, M. Davodi, and F. Ramtin, 2010, Short-run process control based on non-conformity degree, in *Proceedings of the World Congress on Engineering (WCE '10)*, vol. 3, pp. 2273–2276, London, UK, July.
- [14] M. E. Elam and K. E. Case, 2005, Two-stage short-run (\bar{X} , s) control charts, *Quality Engineering*, vol.17, no.1, pp.95–107.
- [15] F.M.Gryna, 2001, *Quality Planning and Analysis*, McGraw-Hill, New York, NY, USA, 4th edition.