

Diagram Kontrol *Short-Run* untuk Memantau Variabilitas Proses (Studi Kasus: Proses Pembuatan Pipa Tipe *Polyvinyl Chloride* (PVC) Maspion 1 Inch di PT. Maspion Surabaya)

Short Run Control Chart In Variability Process (Case Study: *The process of making 1 inch pipe Polyvinyl Chloride (PVC) in PT. Maspion Surabaya*)

Budi Nugroho¹, Desi Yuniarti², dan Sri Wahyuningsih³

^{1,2}Laboratorium Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

³Laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman

¹E-mail: Budingrho@gmail.com

Abstract

Short run control chart is designed for production small scale and a limited amount data for monitoring different characteristic on same diagram control. The purpose of research is to know the implementation of short run control chart for monitoring mean and variability process based on characteristic data 1 inch Polyvinyl Chloride (PVC) in PT. Maspion. The objective of characteristics 1 inch pipe in this research are socket external diameter, socket internal diameter, barrel external diameter and barrel internal diameter. The Results showed that controlling process of by applying influence function, effective is to be applied to detect small movement in observation 11, 14, 14 and 9 for every control chart characteristic limited control 3σ .

Keywords: *Short run control chart, polyvinyl chloride, variability process.*

Pendahuluan

Dalam dunia industri dan bisnis yang terus berkembang dan adanya persaingan yang semakin ketat antar perusahaan, yang mana kualitas produk merupakan suatu faktor utama yang tidak bisa ditawar lagi oleh perusahaan. Hal ini disebabkan karena kualitas produk merupakan pertimbangan mutlak bagi konsumen untuk memilih barang dan jasa yang mereka kehendaki. Selain itu, kualitas produk juga merupakan salah satu faktor penentu dalam menjaga loyalitas konsumen (Darmanto, 2012).

Statistical Process Control (SPC) merupakan suatu metode untuk mengendalikan kualitas yang dapat memberikan gambaran tentang proses yang sedang berjalan dengan mengambil sampel untuk dianalisis menggunakan teknik statistik, sehingga variabilitas dalam proses dapat dikurangi. SPC pertama kali 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 telah diperkenalkan untuk mengontrol kualitas dan menciptakan beragam lingkungan manufaktur dan tidak hanya produksi massal tetapi juga produksi dengan skala kecil (Darmanto, 2012).

Menurut Jaupi, dkk (2013), metode diagram kontrol jangka pendek (*Short-run control chart*) dirancang untuk digunakan pada produksi dengan

skala kecil dengan jumlah data yang terbatas 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 dibuat plot pada diagram kontrol yang sama. Dalam proses *short-run*, seringkali data yang dimiliki dari beberapa proses yang berjalan tidak mencukupi untuk menghasilkan estimasi parameter proses yang optimal, sehingga 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..

Perseroan Terbatas Maspion (PT. Maspion) merupakan salah satu produsen perlengkapan konsumen terbaik di dunia. Dalam menjaga kualitas produk PT. Maspion, secara terus menerus melakukan pengendalian kualitas terhadap proses produksi dan produk yang akan dipasarkan. Dalam pengendalian kualitas tersebut, kasus multivariat seringkali terjadi karena banyak kasus yang memerlukan pengendalian bersama-sama dua atau lebih karakteristik kualitas yang berhubungan. Sehubungan dengan efisiensi dan mahalnya pengamatan saat ini, maka banyak pengamatan tidak dilakukan dalam jumlah yang besar melainkan dengan ukuran subgroup.

Pengamatan seperti ini, disebut pengamatan individual (Maspion, 2016).

Pada penelitian sebelumnya mengenai metode diagram kontrol short-run yaitu Rahman (2015), meneliti metode diagram kontrol short-run untuk memantau mean dan variabilitas proses pada spesifikasi industri otomotif (proses produksi pembuatan sparepart mobil). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang tidak sama mengikuti distribusi normal dan dapat berfluktuasi dari waktu ke waktu untuk tujuan pemantauan beberapa produk bagi setiap produk multi-dimensi dengan cara berbeda dan varians dari center line (CL) digunakan untuk mengontrol diagram.

Dari latar belakang tersebut, maka penulis ingin melakukan penelitian tentang "Diagram Kontrol Short-Run untuk memantau variabilitas proses pada pipa tipe Polyvinyl Chloride (PVC) 1 Inch di PT. Maspion."

Pengertian Pengendalian Proses Statistika

Metode statistika memainkan peranan penting dalam jaminan kualitas. Metode statistika memberikan cara-cara pokok dalam pengambilan sampel produk, pengujian serta evaluasinya dan informasi di dalam data tersebut digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan proses pembuatan. Di mana statistika merupakan bahasa yang digunakan oleh insinyur pengembangan, pembuatan, manajemen, dan komponen-komponen fungsional bisnis yang lain untuk berkomunikasi tentang kualitas. Untuk menjamin proses produksi dalam kondisi baik dan stabil atau produk yang dihasilkan selalu dalam daerah standar, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap titik origin dan hal-hal yang berhubungan, dalam rangka menjaga dan memperbaiki kualitas produk sesuai dengan harapan. Hal ini disebut pengendalian proses statistik atau Statistical Process Control (SPC). SPC adalah sekumpulan metode yang sangat baik untuk memecahkan permasalahan yang muncul dalam kualitas dengan tujuan untuk mencapai kestabilan proses dan mengembangkan kemampuan proses produksi dengan cara mengurangi variabilitas (Montgomery, 2009)

Tujuan Pengendalian Proses Statistik

Tujuan pengendalian proses statistik adalah sebagai berikut:

1. Mengendalikan dan memantau terjadinya penyimpangan mutu produk.
2. Memberikan peringatan dini untuk mencegah terjadinya penyimpangan mutu produk lebih lanjut.
3. Memberikan petunjuk waktu yang tepat untuk segera melakukan tindakan koreksi dari proses yang menyimpang.
4. Mengenali penyebab keragaman atau penyimpangan produk.

Tujuan utama pengendalian proses secara statistik adalah pengurangan variasi yang sistematis dalam karakteristik mutu kunci produk. Pengendalian proses secara statistik akan menstabilkan proses dan mengurangi variasi, sehingga menghasilkan biaya mutu yang lebih rendah dan mempertinggi posisi dalam kompetisi yang semakin ketat

(Montgomery, 2009).

Diagram Kontrol

Diagram Kontrol (Control Chart) adalah sebuah grafik yang memberi gambaran tentang perilaku sebuah proses. Diagram kontrol ini digunakan untuk memahami apakah sebuah proses manufaktur atau proses bisnis berjalan dalam kondisi yang terkontrol atau tidak (McNeese, 2006).

Secara umum, diagram kontrol univariat dibedakan atas dua macam, yaitu diagram kontrol untuk variabel dan diagram kontrol untuk atribut. Diagram kontrol variabel adalah diagram kontrol yang mengontrol karakteristik kualitas yang terukur, sedangkan diagram kontrol atribut adalah diagram kontrol yang mengontrol karakteristik kualitas yang tidak terukur, misalnya cacat atau tidak cacat.

Kriteria peta kendali 3 sigma :

1. Tidak ada Satu titik keluar dari 3 sigma
2. Tidak ada dua atau tiga titik berturut-turut keluar dari 3 sigma
3. Tidak ada empat atau lima titik yg berturut-turut keluar dari 3 sigma
4. Tidak ada delapan titik berturut-turut berada pada salah satu sisi

(Montgomery, 2009)

Menurut Darmanto (2012), diagram kontrol terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Diagram Kontrol Variabel digunakan untuk karakteristik kualitas yang dapat diukur dan dinyatakan dalam suatu numerik yang bersifat kontinu. Dalam kasus seperti ini, maka sangat tepat jika menggambarkan karakteristik kualitas baik dengan ukuran pemusatan maupun ukuran penyebaran. Data variabel merupakan data kuantitatif yang dihitung untuk keperluan analisis. Misalnya diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong., dan lain-lain
2. Diagram Kontrol Atribut banyak di antara karakteristik kualitas yang tidak dapat diukur dalam ukuran numerik bersifat kontinu, bahkan dalam bentuk kuantitatif. Dalam kasus ini, maka unit produk hanya dikelompokkan pada kategori sesuai (conforming) atau tidak sesuai (non-conforming), kemudian dihitung jumlah produk yang sesuai dan tidak sesuai. Dikelompokkan pada kategori sesuai jika dan hanya jika karakteristik kualitas yang diamati dari produk tersebut memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, demikian sebaliknya.

Atau dapat juga dengan menghitung banyaknya kesesuaian (conformities) dan ketidaksesuaian (non-conformities) suatu produk terhadap spesifikasi dari karakteristik kualitas yang diamati. Data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Misalnya ketiadaan label pada kemasan produk, banyaknya jenis cacat pada produk, kesalahan proses administrator, dan lain-lain

Diagram Kontrol Short-run

Proses diagram kontrol short-run adalah proses di mana jumlah produksi yang berjalan sangat sedikit dan hanya dilakukan pada saat itu saja, di mana pengumpulan data pada produksi sebelumnya tidak memungkinkan untuk dilakukan, sehingga tidak cukup data untuk membangun diagram kontrol konvensional. Ada beberapa pendekatan diagram kontrol Short-run diantaranya adalah diagram kontrol Q dan diagram kontrol berbasis fungsi pengaruh atau Influence Function (IF). Pada penelitian ini, pendekatan yang digunakan dalam memantau variabilitas proses adalah diagram kontrol Short-run berbasis fungsi pengaruh atau *Influence Function* (IF) (Davis, 1988).

Fungsi Pengaruh atau Influence Function (IF)

Fungsi pengaruh atau *influence function* pertama kali diperkenalkan oleh Frank Hampel (1974) yang digunakan untuk menyesuaikan parameter proses yang berbeda dimana fungsi pengaruh dari mean dan nilai eigen digunakan untuk memantau proses, sehingga metode ini mampu mendeteksi pergeseran mean dan variabilitas yang sangat kecil. Kekurangan yang terdapat di metode ini adalah di mana metode ini akan efisien jika jumlah karakteristik kualitas tidak lebih besar dari empat. Jika jumlah karakteristik kualitas lebih besar dari empat maka hanya pergeseran besar dapat dideteksi dengan menggunakan diagram kontrol ini. Oleh karena itu untuk proses dengan jumlah data yang besar, maka pengurangan variabel asli harus dipertimbangkan, sehingga variabel yang berperan penting saja yang diambil (Jaupi, 2002).

Analisis Komponen Utama (Principal Component Analysis).

Analisis Komponen Utama (*Principa Component Analysis*) atau PCA adalah suatu metode yang melibatkan prosedur matematika yang mengubah dan mentransformasikan sejumlah besar variabel yang berkorelasi menjadi sejumlah kecil variabel yang tidak berkorelasi, tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya.

Suatu hal yang penting dalam komponen utama adalah membantu menentukan variabel awal yang

memiliki peran paling besar dalam varians dari komponen utama. Informasi ini dapat diperoleh dengan menentukan beban pada koefisien yang ditetapkan antara komponen utama dan variabel awal. Komponen utama adalah sebuah analisis didasarkan pada nilai eigen dari matriks kovarians atau matriks korelasi, di mana terdapat kumpulan data $X = X_1, X_2, \dots, X_n$.

dimana tahap awal untuk transformasi data adalah menghitung rata-rata dari setiap variabel sampel data atau vektor x berdasarkan persamaan berikut:

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

Untuk menghitung elemen matriks kovarians maka digunakan persamaan berikut:

$$C_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{p=1}^n (x_i^{(p)} - \bar{x}_i)(x_j^{(p)} - \bar{x}_j) \tag{2}$$

dengan:

- C_{ij} = komponen utama matriks kovarians
- $x_i^{(p)}$ = data observasi ke- i dan karakteristik ke- p
- \bar{x}_i = rata-rata data observasi

Untuk mentransformasi data dari variabel awal ke bentuk variabel baru maka dibutuhkan eigen value dan eigen vektor dari matriks kovarians di mana untuk mendapatkan *eigen value* dan *eigen vector* digunakan persamaan berikut:

$$A\mathbf{X} - \lambda\mathbf{X} = \mathbf{0} \tag{3}$$

dengan:

- A = suatu bentuk matriks ukuran $n \times n$
- \mathbf{X} = vektor ukuran $n \times 1$
- λ = nilai eigen dari matriks A

Untuk mentransformasi variabel awal yaitu X_i ke

variabel baru yaitu X_i^* maka dilakukan perkalian matriks antara *eigen vector* dengan variabel X_i .
(Rahman, 2015)

Hubungan Fungsi Pengaruh dan Komponen Utama

Analisis komponen utama (PCA) dan fungsi pengaruh (IF) memiliki interpretasi yang diterapkan pada skor komponen utama yang sangat efektif untuk mendeteksi subgrup yang berpengaruh dalam sebuah pengamatan, sehingga diharapkan dapat diterapkan dalam beberapa program statistika untuk melakukan analisis sensitivitas dengan mudah. Hubungan fungsi pengaruh dan komponen utama adalah terletak pada penggunaan eigen value, eigen vektor dan matriks kovarians dari komponen utama yang digunakan sebagai fungsi pengaruh untuk membangun diagram kontrol Short-run, dengan definisi lain mengenai fungsi pengaruh adalah setiap sampel harus dihitung lagi dalam bentuk

sampel yang berbeda dengan kata lain sampel telah ditransformasi dalam bentuk sampel baru (Moti, dkk, 2002).

Diagram Kontrol Short-run Berbasis Fungsi Pengaruh untuk Memantau Variabilitas Proses

Penyebab khusus yang mempengaruhi variabilitas menyebabkan output tidak meningkat secara signifikan dari total setiap komponen varians x . Oleh karena itu, pendekatan untuk merancang diagram kontrol variabilitas terdiri dari proses pendeteksian setiap output yang signifikan dari tingkat variabilitas yang stabil pada masing-masing variabel.

Untuk membangun diagram kontrol Short-run digunakan eigen value dari komponen utama sebagai fungsi pengaruh dari penyebaran matriks. Artinya, untuk memantau variabilitas proses sesuai dengan arah, maka yang akan dihitung dan diplot pada diagram kontrol adalah nilai-nilai fungsi pengaruh eigen value dari komponen utama matriks kovarians dengan batas kontrol yang digunakan adalah 3σ .

Dengan demikian, untuk variabel $X^* = [x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*]$

yang dihitung dan diplot berdasarkan persamaan berikut:

$$IF(x_i, \lambda_i, \hat{F}) = X^* - \hat{\lambda}_i \tag{4}$$

dengan:

IF = Influence Function

X^* = Variabel baru dari hasil transformasi

$\hat{\lambda}_i$ = estimasi eigen value

Di mana batas-batas diagram kontrol yang digunakan adalah sesuai dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{X} + 3\hat{\sigma} \\ LCL &= \bar{X} - 3\hat{\sigma} \end{aligned} \tag{5}$$

dengan:

UCL = batas atas diagram kontrol

LCL = batas bawah diagram kontrol

\bar{X} = rata-rata data observasi

$\hat{\sigma}$ = estimasi standar deviasi

(Rahman,2015)

Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat atau diagram Ishikawa adalah suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Peta kendali sebab akibat disusun dengan suatu urutan yang mengacu pada berlangsungnya suatu proses.

Tujuannya untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya suatu masalah. Penyebab terjadinya suatu masalah pada umumnya adalah 4M+1L, yaitu manusia, mesin, material, metode dan lingkungan

(Azizatin dan Mumpuni, 2016)

Perseroan Terbatas Maspion

Perseroan Terbatas Maspion (PT. Maspion) merupakan salah satu produsen perlengkapan konsumen terbaik di dunia. Perusahaan ini berkembang dengan beberapa anak perusahaan yang bernaung di bawah nama Maspion Group. Perusahaan ini telah memiliki reputasi baik dalam pembuatan berbagai rangkaian produk peralatan rumah tangga berkualitas yang meliputi peralatan dapur, peralatan rumah tangga plastik dan peralatan listrik. Selain itu, Maspion juga memproduksi pipa yang digunakan untuk keperluan perumahan dan rumah tangga. Maspion telah memiliki jaringan distribusi yang tersebar secara global baik di dalam maupun luar negeri melalui distributor, agen, pengecer, atau kantor cabang. Dalam perkembangannya, Maspion telah dikenal sebagai Original Equipment Manufacturing (OEM) yang terkemuka di dunia. Terbukti bahwa Maspion telah memasok produk-produk buatannya di berbagai toko ritel dan grosir di Amerika Serikat dan negara-negara besar lain di dunia (Maspion,2016)

Hasil dan Pembahasan

Data penelitian karakteristik pipa tipe *Polyvinyl Chloride* (PVC) 1 Inch di PT. Maspion akan dianalisis menggunakan metode diagram kontrol short-run untuk memantau variabilitas proses, yang meliputi fungsi pengaruh eigen value dari komponen utama observasi digunakan untuk memantau variabilitas proses.

Komponen Utama

Tahap awal membangun diagram kontrol short-run berbasis fungsi pengaruh untuk memantau variabilitas adalah menghitung komponen utama dari seluruh observasi kemudian menghitung eigen value dari matriks kovariansi

Didapatkan matriks kovarians sebagai berikut:

$$C = \begin{bmatrix} 0,0202 & 0,0002 & 0,0043 & -0,0019 \\ 0,0012 & 0,0183 & -0,0044 & 0,0048 \\ 0,0043 & -0,0044 & 0,0233 & -0,0026 \\ -0,0019 & 0,0048 & -0,0026 & 0,0159 \end{bmatrix}$$

Kemudian dari matriks kovarian dihitung eigen value dan eigen vector . Perhitungan eigen value dan eigen vector dilakukan dengan bantuan *software octave*.

Hasil perhitungan didapatkan *eigen value* :

$$\lambda_1 = 0,0205, \lambda_2 = 0,0159, \lambda_3 = 0,011 \text{ dan } \lambda_4 = 0,0284$$

Serta eigen vector :

$$a \begin{bmatrix} 0,7363 \\ 0,6157 \\ 0,098 \\ 0,2628 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,4629 \\ 0,2003 \\ 0,6265 \\ 0,5942 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,3171 \\ -0,6349 \\ -0,2027 \\ 0,6747 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,3781 \\ 0,4215 \\ -0,7462 \\ 0,3501 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya adalah membentuk variabel baru, dengan melakukan perkalian matriks antara *eigen vector* dengan variabel $X = [x_1, x_2, x_3, x_4]$. Perkalian matriks antara *eigen vector* dengan variabel X_i dilakukan dengan bantuan *software octave*. Untuk membedakan data awal dan data yang telah ditransformasi maka variabel X diganti dengan X^* , di mana X^* adalah bentuk data yang telah ditransformasi.

Diagram Kontrol Short-Run Berbasis Fungsi Pengaruh untuk Pemantauan Variabilitas Proses

Untuk menghitung fungsi pengaruh maka digunakan data hasil tranformasi dari komponen utama, di mana untuk masing-masing variabel pada X_1^*, X_2^*, X_3^* , dan X_4^* akan dikurangi dengan masing-masing *eigen value*

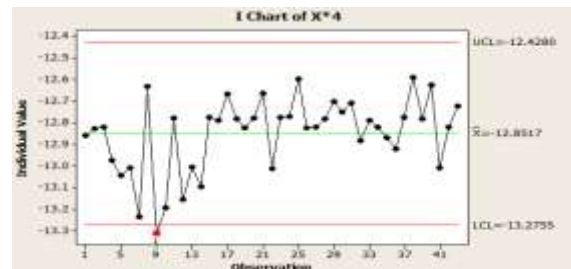
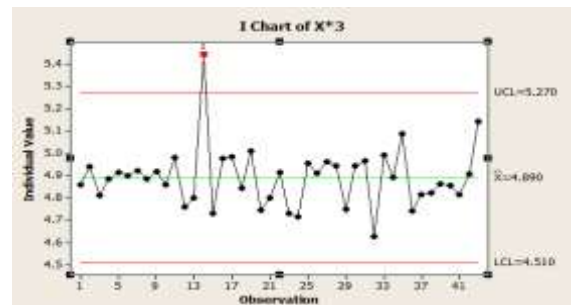
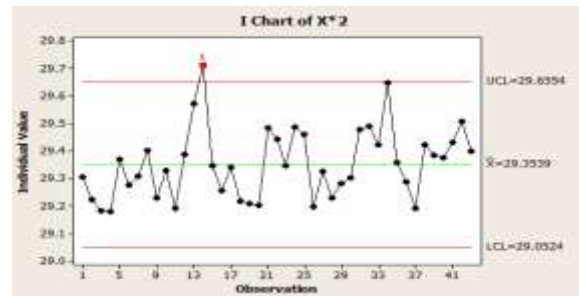
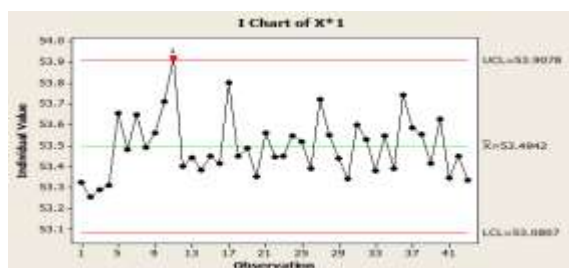
Untuk memantau variabilitas proses sesuai dengan arah maka yang akan diplot pada diagram kontrol adalah nilai dari fungsi pengaruh komponen utama dan eigen value dari matriks kovarians dengan batas kontrol 3σ

Selanjutnya menghitung nilai UCL dan LCL diagram kontrol short-run.

Tabel 1 Batas Kontrol dengan Menggunakan Fungsi Pengaruh

Variance Process	UCL	LCL
$53,4737 \pm 3(0,1451)$	53,90916	53,03834
$29,3380 \pm 3(0,1274)$	29,72025	28,95577
$4,8697 \pm 3(0,1063)$	5,188519	4,550946
$-12,8801 \pm 3(0,1706)$	-12,3683	-13,3919

Maka dapat diperoleh diagram kontrol *short-run* dengan menggunakan bantuan software Minitab 16 dengan hasil sebagai berikut :



Faktor-Faktor Penyebab

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu pihak PT. Maspion mengenai faktor-faktor penyebab dan akibat dari produksi yang cacat, maka penulis membuat rangkuman dalam bentuk diagram Ishikawa. Diagram Ishikawa atau diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya kecacatan pada suatu produk yang dipantau dari faktor material, manusia, mesin, metode dan lingkungan. Sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya cacat pada produksi pipa di PT. Maspion dan dapat pula meningkatkan kualitas produksi serta mengurangi cacat pada produk.



Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan disimpulkan bahwa diagram kontrol *short-run* dapat memantau variabilitas proses

dengan menggunakan fungsi pengaruh efektif digunakan untuk mendeteksi pergeseran kecil pada proses produksi dimana ditunjukkan pergeseran varians pada observasi ke 11, 14, 14 dan 9 untuk masing-masing diagram kontrol, dengan menggunakan batas kontrol 3σ .

Saran

Diagram kontrol dengan menggunakan fungsi pengaruh akan efisien jika jumlah karakteristik kualitas tidak lebih besar dari empat. Jika jumlah karakteristik kualitas lebih besar dari empat maka hanya pergeseran besar dapat dideteksi dengan menggunakan diagram kontrol ini. Oleh karena itu untuk proses dengan jumlah data yang besar, maka pengurangan variabel asli harus dipertimbangkan, sehingga variabel yang berperan penting saja yang diambil.

Daftar Pustaka

- Azizatin, W. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Botol Kode 493 Menggunakan Peta Kendali Kernel di PT. Iglas (Persero): Jurnal Seni dan Sains ITS Surabaya. 5(1), hal 77-82.
- Darmanto. (2012). Statistika Pengendalian Mutu. Malang: Universitas Brawijaya
- Davis, R. B. (1988). SPC For Short Production Run. International Quality Institute Inc, 11(1), 1-9.
- Jaupi, L. (2002). Multivariate Control Chart For Complex process, Multivariate Total Quality Control. Springer Verlag: Confrance on Statistical Science.
- Jaupi, L. dan Saporta, G (1997). Control Chart for Multivariate Process Based on Influence Function. Verlag basel: Confrance on Statistical Science.
- Jaupi, L., Herwindiati, D. E., Durand dan Ghorbanzadeh, D. (2013). Short-Run Multivariate Control Charts for Process Mean and Variability. Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol 1
- Maspion. (2016). Maspion Group. <https://www.maspion.com/contact/index.php> diakses pada tanggal 5 April 2017
- Montgomery, D. C. (2009). Introduction to Statistical Quality Control (Edisi ke- 6). New York: John Wiley & Sons.
- Moti, Y., Watadani, S., Yamamoto, Y., Tarumi, T. dan Tanaka, Y. (2002). Statistical Software SAMMIF for Sensitivity Analysis in Multivariate Methods. Journal Of Measurement and Multivariate Analysis, Springer Japan, Vol 1, No 4.
- Rahman, F. (2015). Diagram Kontrol Short-Run untuk Memantau Mean dan Variabilitas Proses. Jurnal Statistika, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 1(3), 20-26.