

## Diagram Kontrol *Short-Run* Untuk Multiproduk dan Multivariabel Control Chart Short-Run For Multiproducts And Multivariabel

<sup>1</sup>Halimah Aslamiyah, <sup>2</sup>Anneke Iswani Achmad

<sup>1,2</sup>Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: <sup>1</sup>miahahlimah06@gmail.com, <sup>2</sup>annekeiswani11@gmail.com

**Abstract.** In short-term production (Short Production Run) usually does not have sufficient data to implement SPC by using a classic diagram because of different products. To find out whether the process is controlled or not, then presented in the Short-Run Control Diagram for  $R$  and  $\bar{X}$ . In making the short-run control chart  $R$  and  $\bar{X}$  for multiproducts measured is one item. Then determined the Upper Control Limit ( $UCL$ ) and Lower Control Limit ( $LCL$ ). This thesis discusses the Short-Run Control Diagram  $R$  and ( $\bar{X}$ ) for multi-product and multivariable. The data used are the results of the production of hard felt (the fabric layer of the frame in the car) and needle punch (layer of the fabric roof of the car) at PT. Hilon Indonesia period 10-14 May 2018. The results are obtained in the  $R$  Short-Run Control Diagram all points are within the control limits ( $UCL$  and  $LCL$ ), so that the short-term process for the Hard Felt and Needle Punch products can be controlled. With variations in width and length values for Hard Felt and Needle Punch products, it can be controlled. Whereas for the Short-Run Control Chart  $\bar{X}$  there is a point that is outside the control limits ( $UCL$  and  $LCL$ ) where the point is the width value of the Needle Punch product, so that the short-term process for the Hard Felt and Needle Punch products is uncontrolled. With an average of width and length values for the Hard Felt and Needle Punch products are not controlled.

**Keyword:** *Statistical Proses Control (SPC), Short-Run Control Chart.*

**Abstrak.** Pada produksi jangka pendek (*Short Production Run*) biasanya tidak memiliki data yang cukup memadai untuk melaksanakan SPC dengan menggunakan diagram klasik karena produk yang berbeda. Untuk mengetahui proses terkendali atau tidak maka disajikan pada *Diagram Kontrol Short-Run* untuk  $R$  dan  $\bar{X}$ . Dalam membuat diagram kontrol *short-run*  $R$  dan  $\bar{X}$  untuk multiproduk yang diukur adalah satu item. Kemudian ditentukan *Upper Control Limit (UCL)* dan *Lower Control Limit (LCL)*. Skripsi ini membahas *Diagram Kontrol Short-Run R* dan  $\bar{X}$  untuk multiproduk dan multivariabel. Data yang digunakan yaitu hasil produksi Hard Felt (lapisan kain rangka dalam mobil) dan Needle Punch (lapisan kain atap mobil) pada PT. Hilon Indonesia periode 10-14 Mei 2018. Hasilnya didapatkan pada Diagram Kontrol *Short-Run R* semua titik berada di dalam batas kendali ( $UCL$  dan  $LCL$ ), sehingga proses jangka pendek untuk produk Hard Felt dan Needle Punch proses dapat terkendali. Dengan variasi dari nilai lebar dan panjang untuk produk Hard Felt dan Needle Punch dapat terkontrol. Sedangkan untuk Diagram Kontrol *Short-Run  $\bar{X}$*  terdapat titik yang berada diluar batas kendali ( $UCL$  dan  $LCL$ ) dimana titik tersebut merupakan nilai lebar dari produk Needle Punch, sehingga proses jangka pendek untuk produk Hard Felt dan Needle Punch proses tidak terkendali. Dengan rata-rata dari nilai lebar dan panjang untuk produk Hard Felt dan Needle Punch tidak terkontrol.

**Kata Kunci:** *Statistical Proses Control (SPC), Short-Run Control Chart*

### A. Pendahuluan

Suatu perusahaan tidak lepas dari konsumen serta produk yang dihasilkannya. Setiap konsumen tentunya berharap pada barang yang dibelinya akan sesuai dengan kebutuhan dan keinginannya, sehingga konsumen berharap bahwa produk tersebut memiliki kualitas yang baik. Oleh karena itu, perusahaan harus melihat serta menjaga kualitas dari produk yang dihasilkannya

agar terjamin serta diterima oleh masyarakat dan dapat bersaing dengan produk perusahaan lainnya. Kualitas suatu produk merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan daya saing produk, selain biaya produksi dan ketepatan waktu produksi (Nasution, 2005).

*Statistical Proses Control (SPC)* merupakan suatu metode untuk mengendalikan kualitas yang dapat

memberikan gambaran tentang proses yang sedang berjalan dengan mengambil sampel untuk dianalisa dengan menggunakan teknik statistik, sehingga variabilitas dalam proses dapat dikurangi, tujuannya 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 (Bower). Dengan adanya *Statistical Proses Control* (SPC) pada suatu industri maka pengambilan keputusan dapat diketahui, dimana hal ini menjadi dasar mengenai perlu atau tidaknya melakukan perubahan pada proses produksi agar dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang ditentukan oleh suatu industri tersebut. Untuk sementara teknik ini sangat cocok untuk digunakan pada industri produksi misal jangka panjang (*Long Production Run*), sedangkan untuk produksi dengan kapasitas terbatas kegunaannya masih memerlukan kajian yang lebih mendalam.

Metodes statistik proses control untuk memantau proses jangka pendek (*short-run*) dengan mempertimbangkan pengukuran multivariat, atau bias juga disebut diagram control multivariat jangka pendek (*short-run control chart*) untuk memantau proses mean dan variabilitas. Untuk memantau mean proses pada diagram control digunakan fungsi pengaruh mean dan matriks kovarian yang diharapkan dapat mendeteksi pergeseran kecil, dan untuk mengetahui pergeseran pada variabilitas proses maka digunakan komponen utama dan eigenvalue sebagai pengaruh fungsi. Teknik yang digunakan bersifat umum, dan pengaruh fungsi dapat digunakan untuk membangun diagram control multivariat jangka pendek (*short-run*) baik untuk nilai nominal atau estimasi (Rahman, 2017).

Diagram control *Short Production Run* adalah diagram kontrol yang di gunakan pada proses produksi dengan jumlah yang sangat sedikit dan hanya dilakukan pada saat itu saja, dimana pengumpulan data pada produksi sebelumnya tidak memungkinkan untuk dilakukan, sehingga tidak cukup data untuk membangun diagram control konvensional (Davis, 1988). Pada proses produksi jangka pendek (*short production run*) sangat tidak dimungkinkan untuk menerapkan teknik diagram control standar, atau yang biasa dilakukan pada proses produksi jangka panjang, karena keterbatasan jumlah data yang ada. Dalam membuat diagram control *short-run R* dan  $\bar{X}$  untuk multiproduk yang diukur adalah satu item.

Selain itu, dengan proses jangka pendek dan waktu yang singkat serta data yang sedikit ingin mengetahui diagram control *short-run R* dan  $\bar{X}$  dengan melibatkan multiproduk dan multi-item. Aplikasi dari diagram control *short-run R* dan  $\bar{X}$  untuk multiproduk dan multi-item akan diaplikasikan pada data dari PT. Hilon Indonesia. Data tersebut berupa data dari proses produksi pembuatan hard felt (lapisan kain rangka dalam mobil) dan needle punch (lapisan kain atap mobil) yang masing-masing terdiri dari 2 item dan pengambilannya dilakukan sebanyak 5 kali dengan masing-masing ukuran sampelnya 5. Oleh karena itu, penulis akan membuat diagram control *short-run R* dan  $\bar{X}$  untuk mengatasi produk cacat yang sedang berlangsung dengan batch terbatas dan proses produksi yang berbeda.

## B. Landasan Teori

### Peta Kendali (*Control Chart*)

Pengelompokan jenis-jenis peta kendali tergantung pada tipe datanya. Gaspersz (1998) menjelaskan bahwa dalam konteks pengendalian proses

statistika dikenal dua jenis data, yaitu:

1. Data Variabel. Contoh: diameter pipa, ketebalan produk kayu, berat semen dalam kantong, dll.
2. Data Atribut. Contoh: ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat karena *Corelap*, dll.

Menurut Gaspersz (1998), pada prinsipnya setiap peta kendali mempunyai:

1. Garis tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan *CL*
2. Sepasang batas kendali (*Control Limits*), yaitu batas kendali atas (*Upper Control Limit*), biasanya dinotasikan sebagai *UCL*, dan batas kendali bawah (*Lower Control Limits*), biasanya dinotasikan sebagai *LCL*.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada didalam batas-batas kendali, maka proses dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistika. Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada diluar batas-batas kendali atau memiliki bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada diluar kendali proses yang ada.

#### Peta Kendali Range (*R*)

Peta kendali range (*R*) digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan atau ketepatan proses yang diukur dengan range dari sampel yang diambil dalam observasi.

Untuk membuat batas pengendalian, perlu ditaksir standar deviasi  $\sigma$  atau rentang  $m$  sampel. Rentang sampel adalah selisih nilai

observasi terbesar dengan nilai observasi terkecil, persamaannya sebagai berikut:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Misalkan  $R_1, R_2, R_3$  dan  $R_m$  adalah rentang  $m$  sampel, maka rentang rata-ratanya adalah:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_m}{m}$$

dimana:

$\bar{R}$  = rata-rata rentang dari setiap observasi

$m$  = banyaknya sampel dalam tiap observasi

Sehingga untuk diagram kendali  $R$  diperlukan garis tengah, batas kendali atas dan batas kendali bawah, maka dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

#### Peta Kendali rata-rata ( $\bar{X}$ )

Peta kendali rata-rata dapat digunakan untuk menganalisis proses ditinjau dari harga rata-rata variabel hasil proses.

Jika melakukan karakteristik kualitas dengan  $x_1, x_2, x_3$  dan  $x_n$  sampel berukuran  $n$ , maka rata-rata sampel adalah:

$$\bar{X}_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

dimana:

$\bar{X}_i$  = rata-rata pengukuran untuk setiap observasi ke  $i$

$n$  = banyaknya sampel dalam tiap observasi atau sub kelompok

Dalam prakteknya biasanya nilai  $\mu$  tidak diketahui, oleh karena itu nilai-nilai tersebut harus ditaksir dari sampel pendahuluan. Misal  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3$  dan  $\bar{X}_n$  adalah rata-rata setiap sampel, maka penaksiran terbaik untuk rata-rata proses adalah mean keseluruhan yaitu:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_n}{n}$$

Jadi  $CL/GT = \bar{\bar{X}}$

dimana:

$CL/GT = \text{Center Line/Garis Tengah}$

Sehingga pada peta kendali kendali rata-rata dapat ditentukan nilai garis tengah, batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagai berikut:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

### Diagram Kontrol Short-Run

Dengan proses jangka pendek, waktu yang singkat dan data yang sedikit serta bentuk sampelnya multiproduk maka kita bisa membuat diagram kontrol *short-run* yaitu dengan menggunakan penyimpangan nominal.

Untuk menentukan batas kontrol pada diagram  $R$ , yaitu sebagai berikut:

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$LCL = D_3\bar{R}$$

Sedangkan untuk menentukan batas kontrol diagram  $\bar{X}$ , yaitu sebagai berikut:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

### Diagram Kontrol Short-Run untuk Multiproduk dan Multivariabel

Dengan proses jangka pendek, waktu yang singkat dan data yang sedikit ingin mengetahui diagram kontrol *short-run*  $R$  dan  $\bar{X}$  dengan melibatkan multiproduk dan multivariabel.

Untuk mendapatkan diagram kontrol *short-run*  $R$  maka harus dihitung nilai  $R_{ijk}^*$  seperti pada persamaan berikut:

Standarisasi Unequal Range (SUR):

$$R_{ijk}^* = \frac{R_{ijk}}{\text{Target}\bar{R}_{jk}}$$

dimana:

$R_{ijk}$  = range dari subgrup ke  $i$ , variabel ke  $j$  dan produk ke  $k$

### C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Range ( $R$ ) dan Rata-rata ( $\bar{X}$ ) dari Masing-masing Subgrup

Target  $\bar{R}_{jk}$  = rata-rata range untuk variabe ke  $j$  dan produk ke  $k$ , diperoleh dari data histori yang telah ditentukan dari perusahaan.

Untuk mendapatkan diagram kontrol *short-run*  $\bar{X}$  maka harus dihitung nilai  $\bar{X}_{ijk}^*$  seperti pada persamaan berikut:

Standarisasi Unequal Mean (SUM):

$$\bar{X}_{ijk}^* = \frac{\bar{X}_{ijk} - \text{Target}\bar{X}_{jk}}{\bar{R}_{jk}}$$

dimana:

$\bar{X}_{ijk}$  = rata-rata dari subgrup ke  $i$ , variabel ke  $j$  dan produk ke  $k$

$\bar{R}_{jk}$  = rata-rata range dari variabel ke  $j$  dan produk ke  $k$

Target  $\bar{X}_{jk}$  = rata-rata dari variabel ke  $j$  dan produk ke  $k$ , diperoleh dari data histori yang telah ditentukan dari perusahaan

Setelah data distandarkan seperti pada, kemudian data di rata-ratakan kembali yaitu:

$$\bar{R}^* = \frac{\bar{R}_{11}^* + \bar{R}_{21}^* + \dots + \bar{R}_{mp}^*}{m \times p}$$

dimana:

$\bar{R}_{mp}^*$  = rata-rata range dari variabel ke  $m$  dan produk ke  $p$

Dengan demikian untuk menentukan batas kontrol diagram  $R$  yaitu:

$$UCL = D_4\bar{R}^*$$

$$LCL = D_3\bar{R}^*$$

Sedangkan untuk menentukan batas kontrol diagram  $\bar{X}$  yaitu:

$$\bar{\bar{X}}^* = \frac{\bar{X}_{11}^* + \bar{X}_{21}^* + \dots + \bar{X}_{mp}^*}{m \times p}$$

dimana:

$\bar{X}_{mp}^*$  = rata-rata mean dari variabel ke  $m$  dan produk ke  $p$

Sehingga batas atas dan batas bawah untuk diagram  $\bar{X}$  yaitu:

$$UCL = \bar{\bar{X}}^* + A_2\bar{R}^*$$

$$LCL = \bar{\bar{X}}^* - A_2\bar{R}^*$$

Hasil dari nilai range ( $R$ ) untuk  $R_{ijk}$  dan rata-rata ( $\bar{X}$ ) untuk  $\bar{X}_{ijk}$  akan disajikan pada Tabel 1. dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan untuk  $R_{ijk}$

Produk (k)	Subgrup (i)	Variabel (j)	
		Lebar (meter)	Panjang (meter)
Hard Felt	1	0,19	0,14
	2	0,42	0,36
	3	0,36	0,22
	4	0,32	0,21
	5	0,28	0,89
Needle Punch	1	0,07	0,47
	2	0,04	0,63
	3	0,06	0,15
	4	0,09	0,76
	5	0,06	0,27

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan untuk  $\bar{X}_{ijk}$

Produk (k)	Subgrup (i)	Variabel (j)	
		Lebar (meter)	Lebar (meter)
Hard Felt	1	4,036	8,408
	2	3,998	8,402
	3	3,958	8,39
	4	3,944	8,276
	5	3,918	8,348
Needle Punch	1	2,168	8,346
	2	2,22	8,384
	3	2,168	8,598
	4	2,252	8,502
	5	2,27	8,418

Maka untuk menghitung *Standarisasi Unequal Range (SUR)* dan *Standarisasi Unequal Mean (SUM)* yaitu sebagai berikut:

*Standarisasi Unequal Range (SUR)*

$$R_{ijk}^* = \frac{R_{ijk}}{\text{Target } \bar{R}_{jk}}$$

$$R_{111}^* = \frac{R_{111}}{\text{Target } \bar{R}_{jk}} = \frac{0,19}{0,23} = 0,826$$

$$R_{121}^* = \frac{R_{121}}{\text{Target } \bar{R}_{jk}} = \frac{0,14}{0,35} = 0,4$$

Untuk melihat hasil keseluruhan dari perhitungan *Standarisasi Unequal Range (SUR)* di atas dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan *Standarisasi Unequal Range (SUR)*

Produk (k)	Subgrup (i)	Variabel (j)	
		Lebar (meter)	Panjang (meter)
Hard Felt	1	$R_{111}^* = 0,826$	$R_{121}^* = 0,4$
	2	$R_{211}^* = 1,826$	$R_{221}^* = 1,029$
	3	$R_{311}^* = 1,565$	$R_{321}^* = 0,629$
	4	$R_{411}^* = 1,391$	$R_{421}^* = 0,6$
	5	$R_{511}^* = 1,217$	$R_{521}^* = 2,543$
Needle Punch	1	$R_{112}^* = 0,059$	$R_{122}^* = 1,343$
	2	$R_{212}^* = 0,034$	$R_{222}^* = 1,8$
	3	$R_{312}^* = 0,05$	$R_{322}^* = 0,429$
	4	$R_{412}^* = 0,076$	$R_{422}^* = 2,171$
	5	$R_{512}^* = 0,05$	$R_{522}^* = 0,771$

Untuk mendapatkan diagram kontrol short-run  $\bar{X}$  maka harus dihitung  $\bar{X}_{ijk}^*$  dengan terlebih dahulu menentukan nilai  $\bar{R}_{jk}$ . Berikut perhitungannya:

$$\bar{R}_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^5 R_{ijk}}{5}$$

$$= \frac{R_{111} + R_{211} + R_{311} + R_{411} + R_{511}}{5}$$

$$= \frac{0,19+0,42+0,36+0,32+0,28}{5} = 0,314$$

Untuk melihat hasil keseluruhan dari perhitungan  $\bar{R}_{jk}$  di atas dapat dilihat pada Tabel 4

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan untuk  $\bar{R}_{jk}$

Produk (k)	Variabel (j)	
	Lebar (meter)	Panjang (meter)
Hard Felt	$\bar{R}_{11} = 0,314$	$\bar{R}_{21} = 0,364$
Needle Punch	$\bar{R}_{12} = 0,064$	$\bar{R}_{22} = 0,456$

Setelah nilai  $\bar{R}_{jk}$  diketahui maka dapat menghitung *Standarisasi Unequal Mean (SUM)* yaitu sebagai berikut:  
*Standarisasi Unequal Mean (SUM)*

$$\bar{X}_{ijk}^* = \frac{\bar{X}_{ijk} - Target \bar{X}_{jk}}{\bar{R}_{jk}}$$

$$\bar{X}_{111}^* = \frac{\bar{X}_{111} - 4}{\bar{R}_{11}} = \frac{4,036 - 4}{0,314} = 0,115$$

$$\bar{X}_{121}^* = \frac{\bar{X}_{121} - 8,2}{\bar{R}_{21}} = \frac{8,408 - 8,2}{0,364} = 0,571$$

Untuk melihat hasil keseluruhan dari perhitungan *Standarisasi Unequal Mean (SUM)* di atas dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan *Standarisasi Unequal Mean (SUM)*

Produk (k)	Subgrup (i)	Variabel (j)	
		Lebar (meter)	Panjang (meter)
Hard Felt	1	$\bar{X}_{111}^* = 0,115$	$\bar{X}_{121}^* = 0,571$
	2	$\bar{X}_{211}^* = -0,006$	$\bar{X}_{221}^* = 0,555$
	3	$\bar{X}_{311}^* = -0,134$	$\bar{X}_{321}^* = 0,522$
	4	$\bar{X}_{411}^* = -0,178$	$\bar{X}_{421}^* = 0,209$
	5	$\bar{X}_{511}^* = -0,261$	$\bar{X}_{521}^* = 0,407$
Needle Punch	1	$\bar{X}_{112}^* = -2,062$	$\bar{X}_{122}^* = 0,32$
	2	$\bar{X}_{212}^* = -1,25$	$\bar{X}_{222}^* = 0,404$
	3	$\bar{X}_{312}^* = -2,062$	$\bar{X}_{322}^* = 0,873$
	4	$\bar{X}_{412}^* = -0,75$	$\bar{X}_{422}^* = 0,662$
	5	$\bar{X}_{512}^* = -0,469$	$\bar{X}_{522}^* = 0,478$

Kemudian hasil dari perhitungan *Standarisasi Unequal Range (SUR)* dan *Standarisasi Unequal Mean (SUM)* dirata-ratakan kembali karena untuk menentukan nilai konstanta  $\bar{R}^*$  dan  $\bar{X}^*$  yang menjadi syarat untuk menghitung nilai batas kendali *UCL* dan *LCL* agar dapat mengetahui apakah proses terkendali atau tidak. Berikut perhitungannya yang terlebih dahulu menghitung nilai  $\bar{R}^*_{jk}$  dan  $\bar{X}^*_{jk}$  yang

akan disajikan pada Tabel 6. dan Tabel 7.

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan untuk  $\bar{R}^*_{jk}$

Produk (k)	Variabel (j)	
	Lebar (meter)	Panjang (meter)
Hard Felt	$\bar{R}^*_{11} = 1,365$	$\bar{R}^*_{21} = 1,040$
Needle Punch	$\bar{R}^*_{12} = 0,054$	$\bar{R}^*_{22} = 1,303$

Setelah mendapatkan nilai  $\bar{R}^*_{jk}$  maka dapat menghitung  $\bar{R}^*$  yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bar{R}^* &= \frac{\bar{R}^*_{11} + \bar{R}^*_{21} + \bar{R}^*_{12} + \bar{R}^*_{22}}{m \times p} \\ &= \frac{1,365 + 1,040 + 0,054 + 1,303}{2 \times 2} \\ &= 0,9405 \end{aligned}$$

Sehingga nilai batas kendali *UCL* dan *LCL* untuk diagram *short-run R* yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} UCL &= D_4 \bar{R}^* \\ &= 3,267 \times 0,9405 \\ &= 3,073 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= D_3 \bar{R}^* \\ &= 0 \times 0,9405 \\ &= 0 \end{aligned}$$

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Nilai  $\bar{X}^*_{jk}$

Produk (k)	Variabel (j)	
	Lebar (meter)	Panjang (meter)
Hard Felt	$\bar{X}^*_{11} = -0,093$	$\bar{X}^*_{21} = 0,453$
Needle Punch	$\bar{X}^*_{12} = -1,319$	$\bar{X}^*_{22} = 0,547$

Setelah mendapatkan nilai  $\bar{X}^*_{jk}$  maka dapat menghitung  $\bar{X}^*$  yaitu sebagai berikut:

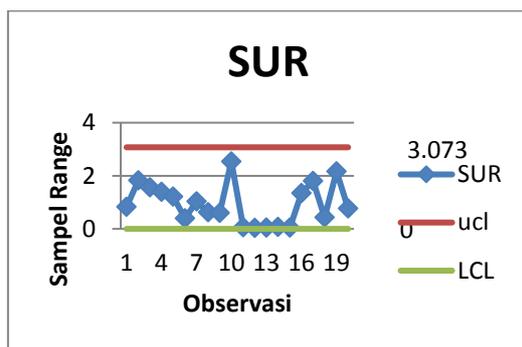
$$\begin{aligned} \bar{X}^* &= \frac{\bar{X}^*_{11} + \bar{X}^*_{21} + \bar{X}^*_{12} + \bar{X}^*_{22}}{m \times p} \\ &= \frac{(-0,093) + 0,453 + (-1,319) + 0,547}{2 \times 2} \\ &= -0,130 \end{aligned}$$

Sehingga nilai batas kendali  $UCL$  dan  $LCL$  untuk diagram  $short-run \bar{X}$  yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{\bar{X}}^* + A_2\bar{R}^* \\ &= (-0,103) + (1,880) \times (0,9405) \\ &= 1,665 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= \bar{\bar{X}}^* - A_2\bar{R}^* \\ &= (-0,103) - (1,880) \times (0,9405) \\ &= -1,871 \end{aligned}$$

Setelah menentukan nilai batas kendali  $UCL$  dan  $LCL$ , lalu tahap selanjutnya yaitu membuat diagram kontrol  $short-runR$  dan diagram kontrol  $short-run\bar{X}$ . Diagram kontrol  $short-runR$  dapat dilihat pada Gambar 1. dan diagram kontrol  $short-run\bar{X}$  dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 1.** Diagram Kontrol  $Short-RunR$

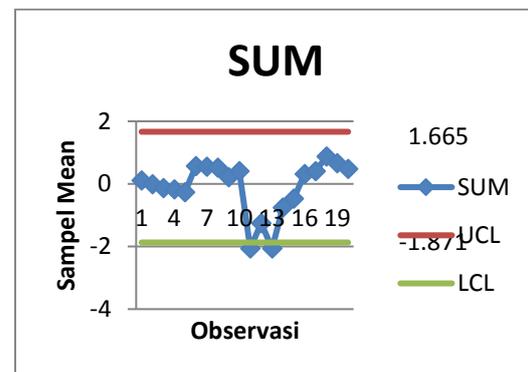
Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa semua titik berada didalam batas

#### D. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai Diagram Kontrol  $Short-Run$  untuk multiproduk dan multivariabel, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada Diagram Kontrol  $Short-RunR$  untuk semua titik berada didalam batas kendali ( $UCL$  dan  $LCL$ ), sehingga proses jangka pendek untuk produk Hard Felt dan Needle Punch proses dapat terkendali. Variasi dari nilai lebar dan panjang untuk produk Hard

kendali ( $UCL$  dan  $LCL$ ), sehingga bisa dikatakan bahwa proses jangka pendek untuk produk Hard Felt dan Needle Punch pada diagram kontrol  $short-runR$  proses dapat terkendali. Variasi dari nilai lebar dan panjang untuk Hard Felt dan Needle Punch dapat terkendali.



**Gambar 2.** Diagram Kontrol  $Short-Run\bar{X}$

Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa terdapat titik-titik yang berada di luar batas kendali ( $UCL$  dan  $LCL$ ). Terdapat 2 titik yang berada di luar batas kendali, dimana titik tersebut merupakan nilai lebar dari produk Needle Punch sehingga bisa dikatakan bahwa proses jangka pendek untuk produk Hard Felt dan Needle Punch pada diagram kontrol  $short-run\bar{X}$  proses tidak terkendali. Rata-rata dari nilai lebar dan panjang untuk produk Hard Felt dan Needle Punch tidak terkendali.

Felt dan Needle Punch dapat terkendali.

2. Pada Diagram Kontrol  $Short-Run\bar{X}$  terdapat titik-titik yang berada di luar batas kendali ( $UCL$  dan  $LCL$ ). Terdapat 2 titik yang berada di luar batas kendali, dimana titik tersebut merupakan nilai lebar dari produk Needle Punch sehingga bisa dikatakan bahwa proses jangka pendek untuk produk Hard Felt dan Needle Punch pada diagram kontrol  $short-run\bar{X}$  proses tidak

terkendali. Rata-rata dari nilai lebar dan panjang untuk produk Hard Felt dan Needle Punch tidak terkontrol.

Rahman, 2017, *Diagram Kontrol Multivariat Short Production Run*. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

### Daftar Pustaka

- Bower, K. M. (n.d.). *Statistical Process Control (SPC)*. Retrieved from <http://asq.org/learn-about-quality/statistical-process-control/overview/overview.html> (diunduh tanggal 20 Desember 2018)
- Davis, (1988), *SPC For Short Production Run*, International Quality Institute, Inc
- Darestani, and Aminpour. 2014, *Short-Run Control Chart for Multiproducts with Multi-Items Based on Unequal Means and Variances*. Hindawi (458418), 1-3.
- Davis, (1988), *SPC For Short Production Run*, International Quality Institute, Inc
- Gasperz, (1998). *Statistical process control: penerapan teknik-teknik statistical dalam manajemen bisnis total: alat ampuh untuk solusi masalah bisnis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Juran, 1993, *Quality Planning and Analysis*. Third edition. New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, Douglas C. 1990, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Montgomery, Douglas C. 1991, *Introduction to Statistical Quality Control*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.
- Nasution, 2005, *Total Quality Management*, PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.