

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN PENDEKATAN METODE SPC DI PDAM TIRTA MUSI PALEMBANG

Yasmin¹, Msy. Rosyidah²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Email : yasmin@um-palembang.ac.id

ABSTRAK

Perusahaan air minum seperti Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Musi Palembang yang harus selalu menjaga kualitas produksi air bersih memerlukan pengendalian kualitas untuk menghindari jumlah produk gagal yang menyimpang jauh dari standar. Pada penelitian kali ini, metode yang digunakan adalah *statistical process control*. Teknik penyelesaian masalah yang digunakan bertindak sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola dan memperbaiki proses dengan menggunakan alat-alat manajemen dan tindakan perancangan. Berdasarkan hasil perhitungan manual pada batas pengendalian untuk peta X dan peta R, dapat dianalisis bahwa seluruh data hasil pengukuran berada dalam batas pengendalian yang menunjukkan bahwa data tersebut dalam kondisi *in statistical control*. Besarnya simpangan baku yaitu 0.65 dengan nilai kapabilitas sebesar 0.03. Perbedaan perhitungan antara pengolahan data secara manual dan software tidak menunjukkan beda yang signifikan, semua data masuk ke dalam batas pengendalian.

Kata kunci: Air, PDAM, pengendalian kualitas, statistical process control

Pendahuluan

Di dalam proses produksi kadangkala masih saja ada kegagalan walaupun proses produksi tersebut telah direncanakan dan dilaksanakan dengan baik. Karena hal tersebut, maka perusahaan diharapkan dapat melakukan perbaikan terus-menerus dalam usahanya untuk mengurangi kegagalan produk. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi, maka persaingan yang terjadi antar perusahaan akan semakin meningkat. Hal inilah mendorong perusahaan untuk lebih meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan sehingga sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan perusahaan sebelumnya.

Statistical Process Control merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola dan memperbaiki proses dengan menggunakan alat-alat manajemen dan tindakan perancangan. Salah satu alat analisis yaitu *control chart* yang merupakan gambar sederhana dengan tiga garis, dimana garis tengah yang disebut garis pusat (*center*

line) merupakan target nilai pada beberapa kasus, dan kedua garis lainnya merupakan batas pengendali atas dan batas pengendali bawah.

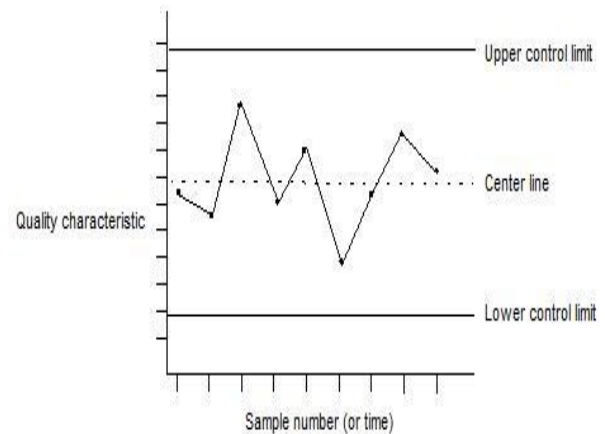
PDAM Tirta Musi Palembang merupakan jenis usaha yang bergerak dalam bidang Pengolahan Air, yang menghasilkan produk berupa Air Bersih. Melalui pengendalian kualitas akan dapat dicari faktor-faktor yang menyebabkan penyimpangan-penyimpangan yang terjadi serta cara untuk menanggulangnya sehingga diharapkan jumlah presentasi produk gagal yang menyimpang jauh dari standar atau spesifikasinya dapat dikurangi.

Tinjauan Pustaka

Control Chart

Control Chart adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas atau proses berada dalam pengendalian kualitas, menjelaskan nilai-nilai statistik dari cacat keluaran yang dilengkapi batas atas, garis tengah dan batas bawah. *Control Chart* merupakan salah satu dari alat QC 7 tools (7 alat pengendalian Kualitas) yang berbentuk grafik dan dipergunakan untuk memonitor atau memantau stabilitas dari suatu proses serta mempelajari perubahan proses dari waktu ke waktu. *Control Chart* memiliki *Upper Line* (garis atas) untuk *Upper Control Limit* (batas kontrol tertinggi), *Lower Line* (garis bawah) untuk *Lower Control Limit* (batas kontrol terendah) dan *Central Line* (garis tengah) untuk Rata-rata (*average*).

Control Chart adalah grafik dengan mencantumkan batas maksimum dan batas minimum yang merupakan batas daerah pengendalian (Leavenworth, R.S., Pengendalian Kualitas Statis). *Control Chart* ialah suatu *Quality Tool* yang dapat digunakan untuk mendeteksi apakah sebuah proses tersebut dalam kondisi terkontrol secara statistik (*statistically stable*) ataukah tidak. Proses yang tidak dalam kondisi terkontrol secara statistik akan menunjukkan suatu variasi yang berlebih sebanding dengan perubahan waktu.



Gambar 1. Contoh *Control Chart*

Klasifikasi *Control Chart*

Ada dua macam *control chart* yaitu untuk data variabel dan untuk data atribut.

1. *Control Chart* untuk Data Variabel

Ada dua jenis *control chart* menurut data yang digunakan yaitu *control chart* untuk data variabel dan *control chart* untuk data atribut. Untuk data hasil pengukuran atau data variabel maka *control chart* yang biasa digunakan adalah *control chart – R*. Selain ditentukan oleh jumlah observasi yang dilakukan *control chart* juga dapat ditentukan oleh karakteristik kualitas sesuai dengan yang diinginkan konsumen.

2. *Control Chart* data untuk atribut

Data untuk atribut (*Attributes Data*) merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain. Data atribut diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan. Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan misalnya goresan, kesalahan warna, atau ada bagian yang hilang. Selain itu, atribut

digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya, atau kebutuhan. Pengendalian kualitas proses statistik untuk data atribut ini digunakan sebagai pengganti pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel.

Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut dapat digunakan pada semua tingkatan dalam organisasi, perusahaan, dan mesin-mesin. Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut juga dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail.

Ada dua kelompok grafik pengendali proses statistik data atribut, yaitu yang berdasarkan distribusi binomial dan distribusi poisson. Kelompok pengendali untuk unit-unit ketidaksesuaian, didasarkan pada distribusi binomial seperti *p-chart* yang menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau subkelompok yang ditunjukkan dengan bagian atau persen. Sedangkan yang berdasarkan distribusi poisson, terdapat *c-chart* dan *u-chart*.

Untuk menyusun grafik pengendali proses statistik untuk data atribut diperlukan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Menentukan sasaran yang akan dicapai
Sasaran ini akan mempengaruhi jenis pada pengendali kualitas proses statistik data atribut yang harus digunakan. Hal ini tentu

saja dipengaruhi oleh karakteristik kualitas suatu produk dan proses, apakah proporsi atau banyaknya ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok, ataukah ketidaksesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.

2. Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi

Banyaknya sampel yang diambil akan mempengaruhi jenis grafik pengendali di samping karakteristik kualitasnya.

3. Mengumpulkan data

Data yang dikumpulkan tentu disesuaikan dengan jenis peta pengendali. Misalnya suatu perusahaan atau organisasi menggunakan *p-chart*, maka data yang dikumpulkan juga harus diatur dalam bentuk proporsi kesalahan terhadap banyaknya sampel yang diambil.

4. Menentukan garis

Menentukan garis tengah dan batas-batas pengendali pada masing-masing grafik pengendali biasanya menggunakan $\pm 3\sigma$ sebagai batas-batas pengendalinya.

5. Merevisi garis tengah dan batas-batas pengendali

Revisi terhadap garis pusat dan batas-batas pengendali dilakukan apabila dalam grafik pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut terdapat data yang berada di luar batas pengendali statistik (*out of statistical control*) dan diketahui kondisi tersebut disebabkan karena penyebab khusus. Demikian pula data yang berada di bawah garis pengendali bawah apabila ditemukan penyebab khusus di dalamnya tentu juga diadakan revisi.

Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Studi Literatur ini merupakan studi pendahuluan yang bertujuan untuk mencari data tentang masalah penelitian. Tahap ini sangat penting karena merupakan dasar penyusunan kerangka teoritis. Kerangka teoritis ini berguna untuk menuntun pemecahan masalah.

Studi Literatur dapat dilakukan dengan :

- Mempelajari dokumen atau hasil penelitian terdahulu
- Mempelajari berbagai buku sehubungan dengan masalah penelitian
- Mempelajari informasi yang diperoleh dari media internet

2. Pengamatan Langsung

Dalam teknik pengamatan langsung, pengamatan dilakukan menggunakan peralatan khusus yaitu turbidimeter. Jadi, penulis langsung mengamati dan mencatat segala sesuatu yang diperlukan pada saat terjadinya proses. Hal-hal yang dapat diamati secara langsung di PDAM Tirta Musi Palembang antara lain :

- Proses produksi di PDAM Tirta Musi Palembang
- Proses pengambilan sampel dari pipa bak reservoir
- Proses pengukuran *turbidity* air menggunakan alat *turbidimeter*

Langkah-langkah Pembuatan *Control Chart* (Peta X dan R) :

- Menentukan ukuran sub grup (n)
- Tentukan banyaknya subgroup (k) sedikitnya 20 subgroup, yaitu X.
- Hitung nilai rata-rata dari setiap subgroup, yaitu \bar{X} .
- Hitung nilai rata-rata dari seluruh X, yaitu $\bar{\bar{X}}$ yang merupakan *center line* dari peta kendali X.
- Hitung nilai *Range*(R), yaitu dengan nilai data terbesar dikurangi nilai data terkecil.
- Hitung nilai rata-rata dari seluruh R, yaitu R yang merupakan *center line* dari peta kendali R.

- Hitung Batas Kendali dari Peta kendali X:

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

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

- Hitung Batas Kendali untuk Peta kendali R:

$$UCL = D_4 * R$$

$$LCL = D_3 * R$$

- Plot data X dan R pada peta kendali X dan R serta amati apakah data tersebut berada dalam pengendalian atau tidak.

- Hitung indeks Kapabilitas Proses (Cp)

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6 * S}$$

$$\text{Dimana } S = \frac{R}{d_2}$$

Kriteria Penilaian :

Jika $Cp > 1,33$, maka kapabilitas proses sangat baik

Jika $1,00 \leq Cp \leq 1,33$, maka kapabilitas proses baik

Jika $Cp < 1,00$, maka kapabilitas proses rendah.

Pembahasan

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengambilan *sample* pada pipa-pipa bak penampungan air bersih (*reservoir*) di PDAM Tirta Musi Palembang. Pengolahan dan analisa data dilakukan dengan menggunakan *software minitab*. Pengukuran pada penelitian ini diukur dengan menggunakan alat ukur *turbidimeter*. Ditetapkan spesifikasi adalah $2.35 \pm 0.05 NTU$. Pengukuran ini dilakukan terhadap 20 sampel uji dan setiap sampel dilakukan 5 kali pengulangan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Sampel data diukur dengan menggunakan alat ukur turbidimeter

Sam ple	Hasil Pengukuran				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	3.15	1.72	3.20	2.25	1.25
2	2.30	2.35	1.85	1.15	1.85
3	2.44	1.52	1.55	3.52	2.50
4	3.47	2.35	2.65	2.55	3.15
5	2.54	2.67	2.15	2.80	1.87
6	2.66	3.30	3.10	3.05	2.10
7	2.61	1.30	1.75	1.75	1.40
8	2.87	3.20	2.15	2.65	2.15
9	4.40	2.56	1.35	2.10	3.45
10	2.34	2.20	2.25	2.75	2.25
11	3.90	3.20	1.95	2.85	1.15
12	3.18	1.80	2.25	2.05	2.80
13	3.53	2.62	2.15	1.50	2.25
14	2.71	2.41	2.57	1.15	1.15
15	2.60	1.72	3.55	1.95	2.35
16	1.78	2.42	2.80	1.55	1.45
17	1.93	2.10	1.65	2.15	3.15
18	1.30	1.75	2.85	2.25	2.65
19	2.40	2.45	3.15	1.75	1.55
20	3.26	2.15	1.86	2.28	2.15

Pengolahan Data Secara Manual

Berdasarkan data informasi yang didapatkan dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di PDAM Tirta Musi Palembang maka terdapat beberapa langkah dalam membuat peta kontrol X dan R. Ditetapkan spesifikasi adalah $2.35 \pm 0.05 NTU$. Adapun langkah-langkah membuat peta kontrol tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menghitung X-bar dan R-bar

Sam ple	Hasil Pengukuran					X- bar	R- bar
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	3.1	1.7	3.2	2.2	1.2	2.3	1.95
2	2.3	2.3	1.8	1.1	1.8	1.9	1.2
3	2.4	1.5	1.5	3.5	2.5	2.3	2
4	3.4	2.3	2.6	2.5	3.1	2.8	.12
5	2.5	2.6	2.1	2.8	1.8	2.4	0.93
6	2.6	3.3	3.1	3.0	2.1	2.8	1.2
7	2.6	1.3	1.7	1.7	1.4	1.7	1.31
8	2.8	3.2	2.1	2.6	2.1	2.6	1.05
9	3.4	2.5	1.3	2.1	3.4	2.5	2.1
10	2.3	2.2	2.2	2.7	2.2	2.3	0.55
11	3.9	3.2	1.9	2.8	1.1	2.6	2.7
12	3.1	1.8	2.2	2.0	2.8	2.4	1.3
13	3.5	2.6	2.1	1.5	2.2	2.4	2.0
14	2.7	2.4	2.5	1.1	1.1	1.9	1.5
15	2.6	1.7	3.5	1.9	2.3	2.4	1.8
16	1.7	2.4	2.8	1.5	1.4	2	1.3
17	1.9	2.1	1.6	2.1	3.1	2.1	1.5
18	1.3	1.7	2.8	2.2	2.6	2.1	1.5
19	2.4	2.4	3.1	1.7	1.5	2.2	1.6
20	3.2	2.1	1.8	2.2	2.1	2.3	1.4
Total						46.7	30.3
Rata-rata						2.3	1.5

2. Menghitung batas pengendalian untuk peta X dan R

$$\bar{X} = 2.34$$

$$\bar{R} = 1.52$$

Adapun perhitungan batas pengendalian untuk peta X adalah sebagai berikut:

$$CL = \bar{X} = 2.34$$

$$\begin{aligned}
 UCL &= \bar{X} + (A2 * \bar{R}) \\
 &= 2.34 + (0,577 * 1.52) \\
 &= 2.34 + 0.88 \\
 &= 3.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LCL &= \bar{X} - (A2 * \bar{R}) \\
 &= 2.34 - (0,577 * 1.52) \\
 &= 2.34 - 0.88 \\
 &= 1.46
 \end{aligned}$$

Adapun perhitungan batas pengendalian untuk peta R adalah sebagai berikut:

$$CL = \bar{R} = 1.52$$

$$\begin{aligned}
 UCL &= D4 * \bar{R} \\
 &= 2.144 * 1.52 \\
 &= 3.26 \\
 LCL &= D3 * \bar{R} \\
 &= 0 * 1.52 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Simpangan Baku

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{\bar{d2}}{1.52} \\
 &= \frac{2.326}{1.52} \\
 &= 0.65
 \end{aligned}$$

4. Menghitung Kapabilitas Proses

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{USL - LSL}{6S} \\
 &= \frac{2.40 - 2.30}{6 * 0.65} \\
 &= \frac{0.10}{3.9} \\
 &= 0.03
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CPU &= \frac{USL - \bar{X}}{3S} \\
 &= \frac{2.40 - 2.34}{3 * 0.65} \\
 &= \frac{0.06}{1.95} \\
 &= 0.03
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CPL &= \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \\
 &= \frac{2.34 - 2.30}{3 * 0.65} \\
 &= \frac{0.04}{1.95} \\
 &= 0.02
 \end{aligned}$$

$$CPK = \text{Minimum} \{ CPU; CPL \} = 0.02$$

Pengolahan Data Menggunakan Software

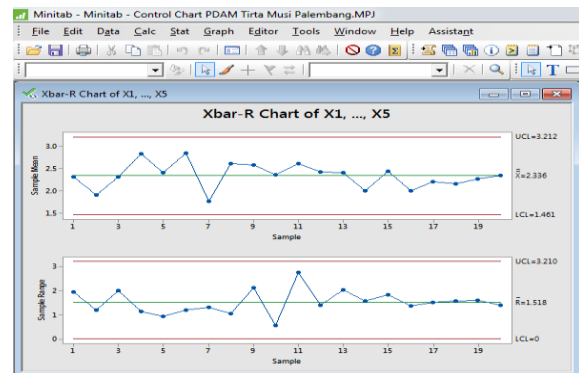
Berdasarkan data informasi yang didapatkan dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di PDAM Tirta Musi Palembang maka dapat dilakukan pengolahan data menggunakan *software minitab 17*. Adapun tahapan pengolahan data menggunakan *software* dalam membuat peta kontrol tersebut adalah sebagai berikut

1. Masukan data pada kolom – kolom kerja Minitab seperti dibawah ini.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	Sampel	X1	X2	X3	X4	X5	
1	1	3.15	1.72	3.20	2.25	1.25	
2	2	2.30	2.35	1.85	1.15	1.85	
3	3	2.44	1.52	1.55	3.52	2.50	
4	4	3.47	2.35	2.65	2.55	3.15	
5	5	2.54	2.67	2.15	2.80	1.87	
6	6	2.66	3.30	3.10	3.05	2.10	
7	7	2.61	1.30	1.75	1.75	1.40	
8	8	2.87	3.20	2.15	2.65	2.15	
9	9	3.40	2.56	1.35	2.10	3.45	
10	10	2.34	2.20	2.25	2.75	2.25	
11	11	3.90	3.20	1.95	2.85	1.15	
12	12	3.18	1.80	2.25	2.05	2.80	
13	13	3.53	2.62	2.15	1.50	2.25	
14	14	2.71	2.41	2.57	1.15	1.15	
15	15	2.60	1.72	3.55	1.95	2.35	
16	16	1.78	2.42	2.80	1.55	1.45	
17	17	1.93	2.10	1.65	2.15	3.15	
18	18	1.30	1.75	2.85	2.25	2.65	
19	19	2.40	2.45	3.15	1.75	1.55	
20	20	3.26	2.15	1.86	2.28	2.15	
21							

Gambar 2. Input data Control Chart

2. Adapun output control chart dari pengolahan data menggunakan *software minitab 17*.



Gambar 3. Output X-bar – R Chart

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan baik secara manual dan *software*, maka terdapat beberapa analisis yaitu analisis perhitungan manual, analisis perhitungan *software*, dan analisis perbandingan antara perhitungan manual dan perhitungan *software*. Analisis untuk laporan akhir modul peta kontrol adalah sebagai berikut.

Analisis Perhitungan Manual

Berdasarkan hasil perhitungan manual pada batas pengendalian untuk peta X dan peta R, dapat dianalisis bahwa seluruh data hasil pengukuran berada dalam batas pengendalian yang menunjukkan bahwa data tersebut dalam

kondisi *in statistical control* atau telah sesuai dengan standar pengendalian proses. Proses produksi dikatakan baik apabila hasil pengukuran tersebut berada di sekitar garis pusat (*center line*). Meskipun data yang berada dalam peta pengendali statistik masih disebut sebagai berada dalam batas pengendalian statistik (*in statistical control*) walaupun terdapat penyimpangan yang disebabkan oleh penyebab umum. Semua data yang berada di dalam batas pengendali statistik untuk *range* disebut sebagai *in statistical control* yang terdapat penyimpangan karena penyebab umum.

Berdasarkan perhitungan kapabilitas proses, diperoleh simpangan baku sebesar 0,65 yang merupakan penyimpangan dari distribusi nilai rata-ratanya. Nilai kapabilitas proses diperoleh sebesar 0,03 dan nilai tersebut lebih kecil dari 1,00 maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu ditingkatkan performansinya melalui perbaikan proses itu. Nilai CPL diperoleh sebesar 0,02 dan lebih kecil dari 1,00 berarti proses tidak mampu memenuhi LSL sedangkan nilai CPU diperoleh sebesar 0,03 dan lebih kecil dari 1,00 berarti proses tidak mampu memenuhi USL. Namun, nilai CPK sebesar 0,02 yang diambil dari nilai CPL menunjukkan bahwa proses cenderung mendekati batas spesifikasi bawah.

Analisis Perhitungan Software

Berdasarkan hasil perhitungan *software* pada Gambar 3. Dapat dianalisis bahwa seluruh data hasil pengukuran berada dalam batas pengendalian yang menunjukkan bahwa data tersebut dalam kondisi *in statistical control* atau telah sesuai dengan standar pengendalian proses. Proses produksi dikatakan baik apabila hasil pengukuran tersebut berada di sekitar garis pusat (*center line*). Meskipun data yang berada dalam peta pengendali statistik masih disebut sebagai berada dalam batas pengendalian statistik (*in statistical control*) walaupun terdapat penyimpangan yang disebabkan oleh

penyebab umum. Semua data yang berada di dalam batas pengendali statistik untuk *range* disebut sebagai *in statistical control* yang terdapat penyimpangan karena penyebab umum.

Analisis Perbandingan Perhitungan Manual dan Software

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan pengolahan data secara manual dan *software* ternyata terdapat perbedaan hasil dalam perhitungan untuk *X-bar* dan *R-bar*. Sehingga untuk batas pengendalian kedua peta tersebut juga berbeda. Perbedaan terletak pada pembulatan angka. Namun kedua perhitungan tersebut sama-sama menunjukkan bahwa untuk peta *X-bar* dan *R-bar*, semua data masuk ke dalam batas pengendalian (*in statistical control*).

Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisa yang telah dilakukan, dapat diketahui kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan manual pada batas pengendalian untuk peta X dan peta R, dapat dianalisis bahwa seluruh data hasil pengukuran berada dalam batas pengendalian yang menunjukkan bahwa data tersebut dalam kondisi *in statistical control* atau telah sesuai dengan standar pengendalian proses. Proses produksi dikatakan baik apabila hasil pengukuran tersebut berada di sekitar garis pusat (*center line*).
2. Berdasarkan perhitungan kapabilitas proses, diperoleh simpangan baku sebesar 0,65 yang merupakan penyimpangan dari distribusi nilai rata-ratanya. Nilai kapabilitas proses diperoleh sebesar 0,03 dan nilai tersebut lebih kecil dari 1,00 maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu ditingkatkan performansinya melalui perbaikan proses itu.

3. Berdasarkan hasil perhitungan *software* pada Gambar 3. Dapat dianalisis bahwa seluruh data hasil pengukuran berada dalam batas pengendalian yang menunjukkan bahwa data tersebut dalam kondisi *in statistical control* atau telah sesuai dengan standar pengendalian proses.
4. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan pengolahan data secara manual dan *software* ternyata terdapat perbedaan hasil dalam perhitungan untuk *X-bar* dan *R-bar*. Sehingga untuk batas pengendalian kedua peta tersebut juga berbeda. Perbedaan terletak pada pembulatan angka. Namun kedua perhitungan tersebut sama-sama menunjukkan bahwa untuk peta *X-bar* dan *R-bar*, semua data masuk ke dalam batas pengendalian (*in statistical control*).

Daftar Pustaka

- Ariani, Dorothea Wahyu. 2008. Pengendalian Kualitas Statistik : Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Gaspersz, Vincent. 2008. Total Quality Management (TQM). Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Google, 2018. (<https://sites.google.com/site/kelolakualitas/tabel-nilai-A2d2D3D4>. Diakses pada tanggal 8 Januari 2018)
- Google, 2018. (https://image.slide.sharecdn.com/permenkes_492_tahun_2010_persyaratan_kualitas_air_minum_-_110527013123_-_phpapp_02/95/permenkes_-_492_-_tahun_-_2010_-_tentang_-_persyaratan_-_kualitas_-_air_-_minum_-_6_-_728.jpg?cb=1306459947. Diakses pada tanggal 9 Januari 2018)
- Guo, Z., Cheng, L. 2011. VSI \bar{x} and R Control Chart with B&L Switching Rule. *International Conference Of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences*, 43,60-62.
- Haning, Murfidin. 2010. Manajemen Produksi Modern, Jakarta : PT. Bumi Aksara.
- Yamit Zulian. 2013. Manajemen Kualitas Produk dan Jasa. Edisi Keenam. Yogyakarta: Ekonisia.