

## Diagram Kendali *Fuzzy Individual X - MR* Berdasarkan Fungsi Keanggotaan Segitiga

*Fuzzy Individual X - MR Control Chart Based On The Triangular Membership Function*

<sup>1</sup>Syifa Rohimah, <sup>2</sup>Lisnur Wachidah

<sup>1,2</sup>*Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116  
email: syifaaarohimah@gmail.com*

**Abstract.** Statistical Process Control (SPC) is a technique for controlling quality in accordance with the movement or variation of data from predetermined boundaries. Control Charts are very effective SPC tools used to control the compilation process in an uncontrolled (out of control) state. One of the diagrams developed is the *fuzzy* control chart. *Fuzzy* control diagram is a combination of statistical methods with *fuzzy set* theory that can be used to control the production process. Uncertainty comes from the measurement system including operators, gauges and environmental conditions when selecting the characteristics of the observed sample. *Fuzzy* control diagram Individual  $X - MR$  needs to represent *fuzzy numbers* for each observation sample according to the curve and trapezoid classification function. This thesis discusses the application of diagrams regulating *fuzzy X - MR* for the triangular gathering function based on the *fuzzy* mode method. To determine the decision process control in a controlled state or can not be seen using *fuzzy* mode. By using the *fuzzy* mode method in applying diagrams that are set *fuzzy Individual X - MR* based on the contribution of a triangular that can be seen from the same degree as 1. Using application data used is secondary data about water chlorine reception data channeled in PDAM Surya Sembada Surabaya from 1 December 2015 to 26 February 2016. Using the *fuzzy* method in the  $X - MR$  Individual *fuzzy* arrangement diagram application, the same results are obtained as the normal access diagram. The individual  $X - MR$  *fuzzy* control chart of the final results is seen from the value of UCL and LCL alone which is worth 1 is controlled check and 0 value for uncontrolled data transport.

**Keywords:** Statistical Process Control (SPC), Control Chart, Fuzzy Mode Individual  $X - MR$ , Triangular Fuzzy Number

**Abstrak.** *Statistical Process Control* (SPC) adalah teknik cara pengendalian kualitas yang didasarkan pada pergerakan atau variasi data atas batas-batas yang telah ditetapkan. Diagram kendali (*Control Chart*) merupakan alat SPC yang sangat efektif yang digunakan untuk mendeteksi ketika proses dalam keadaan tidak terkendali (*out of control*). Salah satu diagram kendali yang telah dikembangkan adalah diagram kendali *fuzzy*. Diagram kendali *fuzzy* merupakan gabungan antara metode statistika dengan teori himpunan *fuzzy* yang dapat digunakan untuk mengendalikan proses produksi ketika data memuat ketidakpastian. Ketidakpastian datang dari sistem pengukuran termasuk operator, alat pengukur dan kondisi lingkungan pada saat penentuan karakteristik sampel pengamatan. Dalam diagram kendali *fuzzy Individual X - MR* perlu merepresentasikan bilangan *fuzzy* untuk setiap sampel pengamatan berdasarkan fungsi keanggotaan kurva segitiga dan trapesium. Skripsi ini membahas penerapan diagram kendali *fuzzy Individual X - MR* untuk fungsi keanggotaan segitiga berdasarkan metode modus *fuzzy*. Untuk menentukan keputusan proses pengendalian dalam keadaan terkendali atau tidak dapat dilihat dengan menggunakan modus *fuzzy*. Dengan menggunakan metode modus *fuzzy* dalam penerapan diagram kendali *fuzzy Individual X - MR* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga dapat dilihat dari derajat keanggotaannya yang bernilai sama dengan 1. Sebagai aplikasi data yang digunakan adalah data sekunder tentang data sisa klor air yang direkam di PDAM Surya Sembada Surabaya pada tanggal 1 Desember 2015 sampai tanggal 26 Februari 2016. Dengan menggunakan metode modus *fuzzy* pada penerapan diagram kendali *fuzzy Individual X - MR*, didapatkan hasil yang sama seperti diagram kendali biasa. Dalam diagram kendali *fuzzy Individual X - MR* hasil keputusan akhirnya dilihat dari nilai UCL dan LCL saja yang bernilai 1 apabila data terkendali dan bernilai 0 apabila data tidak terkendali.

**Kata Kunci :** *Statistical Process Control* (SPC), Diagram Kendali, Modus *Fuzzy Individual X - MR*, Bilangan *Fuzzy Segitiga*

## A. Pendahuluan

Untuk menganalisis dan memperbaiki proses produksi tentunya harus memahami bagaimana kinerja proses produksi tersebut. Dalam dunia pengendalian kualitas (*quality control*) terdapat suatu metode yang dinamakan SPC (*Statistical Process Control*) yang berguna untuk melihat apakah suatu proses produksi berada dalam kondisi terkendali atau tidak.

Diagram kendali adalah alat yang biasa digunakan untuk memantau dan memeriksa proses produksi. Grafiknya menggambarkan nilai batas rata-rata, batas kendali bawah (LCL/*Lower Control Limit*), dan batas kendali atas (UCL/*Upper Control Limit*) dari sebuah proses produksi. Kelebihan dari diagram kendali terletak pada kemampuannya untuk mendeteksi pergeseran proses dan untuk menunjukkan kondisi abnormal dalam proses produksi. Diagram kendali terbagi ke dalam dua kelompok, yaitu diagram kendali untuk data variabel dan diagram kendali untuk data atribut. Untuk data variabel bisa menggunakan diagram kendali *Shewhart* yang terdiri dari diagram kendali  $\bar{x}$  (rata-rata), R (rentang), S (simpangan baku) dan individual x-moving range (X-MR). Sedangkan untuk data atribut bisa menggunakan diagram kendali P (Sampel Konstan dan Sampel Variabel), diagram kendali NP, diagram kendali C dan diagram kendali U.

Diagram kendali *fuzzy* merupakan salah satu konsep gabungan antara metode statistika dan teori himpunan *fuzzy* yang dapat digunakan dalam data yang mengandung ketidakpastian. Untuk pendekatan teori himpunan *fuzzy* terhadap diagram kendali Wang dan Raz (1990) menjelaskan ada 4 teknik himpunan *fuzzy* yaitu *fuzzy* modus (*fuzzy mode*), tingkat  $\alpha$  nilai tengah *fuzzy* ( $\alpha$  – level *fuzzy midrange*), median *fuzzy* (*fuzzy midrange*) dan rata-rata *fuzzy*

(*fuzzy average*). Pada skripsi ini akan mengaplikasikan modus *fuzzy* untuk menentukan keputusan akhir dalam diagram kendali *fuzzy* individual x-moving range (X-MR).

Air merupakan sumber kebutuhan pokok yang sangat penting bagi makhluk hidup baik itu untuk manusia, tanaman ataupun hewan. Tanpa adanya air kehidupan di dunia ini tidak akan bertahan lama, karena air sangat menunjang kehidupan sehari-hari bagi makhluk hidup. Air juga memiliki peranan yang sangat penting yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup. Penyediaan air bersih bagi masyarakat memiliki peranan yang paling penting untuk meningkatkan kesehatan lingkungan atau masyarakat serta menurunkan angka penderita penyakit khususnya yang berhubungan dengan air.

Salah satu parameter dalam air yaitu sisa klor. Sisa klor merupakan indikator yang terdapat pada air bersih yang merupakan bagian dari pengendalian kualitas untuk memastikan efisiensi dalam proses pengolahan serta produksi air. Pada proses pengolahan dan produksi air minum, nilai sisa klor dapat dijadikan sebagai indikator keberadaan zat organik pada air. Maka dari itu, pengukuran sisa klor bagi instalasi pengolahan air untuk memastikan keamanan bagi kesehatan agar kualitas air tetap terjaga (Rohmawati, Okta.D, 2016). Dalam skripsi ini menggunakan data sekunder. Yang akan dibahas yaitu data sisa klor air PDAM Surya Sembada Surabaya dengan mengambil sampel setiap satu jam sekali.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana penerapan diagram kendali *fuzzy* Individual X – MR berdasarkan metode modus *fuzzy* pada kasus produksi sisa klor air PDAM

Surya Sembada Surabaya pada tanggal 1 Desember 2015 sampai tanggal 29 Februari 2016?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan diagram kendali *fuzzy Individual X – MR* berdasarkan metode modus *fuzzy* pada kasus produksi sisa klor air PDAM Surya Sembada Surabaya pada tanggal 1 Desember 2015 sampai tanggal 29 Februari 2016.

## B. Landasan Teori

### 1. *Statistical Process Control (SPC)*

Statistical Process Control merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola dan memperbaiki proses produksi dengan menggunakan metode statistik. Untuk menganalisis dan memperbaiki proses, kita tentunya harus memahami dan juga mengerti bagaimana kinerja proses tersebut. Dalam dunia pengendalian kualitas (*quality control*) terdapat suatu metode statistik untuk membantu kita dalam melihat apakah suatu proses terkendali, atau sebaliknya. SPC menentukan apakah suatu proses stabil dari waktu ke waktu, atau sebaliknya bahwa proses terganggu. Proses dikatakan dalam pengendalian statistik apabila penyebab khusus (*assignable cause* atau *special cause*) dari penyimpangan atau variasi tersebut seperti penggunaan alat, kesalahan operator, kesalahan dalam penyiapan mesin, kesalahan penghitungan, kesalahan bahan baku, dan sebagainya tidak tampak dalam proses (Montgomery, 1991). Tujuan utama dalam pengendalian proses statistik adalah untuk mendeteksi adanya penyebab khusus (*assignable cause* atau *special cause*) dalam variasi atau kesalahan proses melalui analisis data dari masa lalu maupun di masa yang akan datang.

### 2. Uji Normalitas

Uji Normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut berdistribusi normal ataukah tidak. Data yang normal adalah data yang menyebar merata dan polanya tidak menceng ke kiri ataupun ke kanan.

### 3. Diagram Kendali

Diagram kendali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart pada saat dia bekerja di Bell Labs (sekarang lebih dikenali AT&T Bell Laboratories) pada tahun 1924. Diagram kendali (*control chart*) merupakan suatu alat yang digunakan untuk menentukan suatu proses berada dalam kendali secara statistik. Diagram kendali adalah teknik pengendalian proses yang secara luas digunakan untuk menaksir parameter suatu proses produksi serta menentukan kemampuan proses dan memberikan informasi yang berguna dalam meningkatkan proses (Muchlis, 2010).

Diagram ini memberikan gambaran tentang perilaku sebuah proses dan digunakan untuk menyelidiki secara cepat terjadinya sebab-sebab terduga sehingga tindakan perbaikan proses produksi dapat dilakukan sebelum terlalu banyak produksi yang tidak sesuai. Selain itu, diagram kendali juga digunakan untuk memahami apakah sebuah proses produksi berjalan dalam kondisi yang terkendali atau tidak dengan cara menetapkan batas-batas kendali.

### 4. Diagram Kendali untuk Data Variabel

Variabel adalah suatu karakteristik kualitas yang dapat diukur seperti dimensi, berat, tinggi, luas atau volume. Banyak karakteristik kualitas yang dapat dinyatakan dalam bentuk variabel. Misalnya diameter bantalan poros dapat

diukur dengan mikrometer dan dinyatakan dalam millimeter. Biasanya diagram kendali variabel merupakan prosedur pengendali yang lebih efisien dan memberikan informasi yang lebih banyak daripada diagram kendali atribut (Montgomery, 1996b). Dalam diagram kendali terdapat tiga macam diagram kendali untuk variabel yaitu  $\bar{X} - R$ ,  $\bar{X} - S$  dan Individual  $X - MR$ .

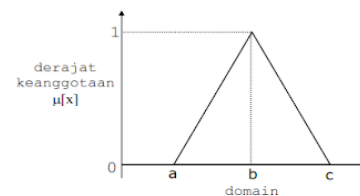
Diagram kendali individual X-Moving Range ( $X - MR$ ) merupakan diagram kendali variabel yang digunakan jika jumlah observasi dari masing-masing subgroup hanya satu ( $n=1$ ). Disebut moving range karena range diperoleh dari data yang bergerak yaitu data dari pengamatan satu ke pengamatan selanjutnya. Pembuatan diagram kendali individual  $X - MR$  diterapkan pada proses yang menghasilkan produk relatif homogen. Contohnya : waktu hancur, pH, viskositas, bobot.

**5. Teori Himpunan Fuzzy**

Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A.Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy. Zadeh memperluas teori mengenai himpunan klasik menjadi himpunan fuzzy (fuzzy set) sehingga himpunan klasik (Crisp set) merupakan kejadian khusus dari himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy didefinisikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan (membership function) yang nilainya berada pada selang tertutup  $[0,1]$ .

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang mempunyai interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan

untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Fungsi keanggotaan yang sering digunakan yaitu bentuk segitiga, trapesium dan lonceng (Kusumadewi dan Purnomo, 2004). Fungsi keanggotaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi keanggotaan dengan bentuk segitiga. Suatu fungsi keanggotaan himpunan kabur disebut fungsi keanggotaan jika mempunyai 3 parameter yaitu  $a, b, c \in R$  dengan  $a < b < c$ . Fungsi keanggotaan ini merupakan gabungan antara 2 garis (linier).



**Gambar 2.2** Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan

$$\begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.1)$$

**6. Bilangan fuzzy berdasarkan fungsi segitiga**

Setiap sampel untuk fuzzy direpresentasikan ke dalam fungsi keanggotaan yang akan digunakan. Apabila sistem kendali logika fuzzy dan data pengamatan fuzzy maka langkah yang pertama yaitu mengubah data pengamatan menjadi data pengamatan fuzzy. Pada masing-masing data pengamatan ditentukan fungsi fuzzy (*fuzzyfication function*) yang akan mengubah nilai data pengamatan tegas (biasa dinyatakan dalam bilangan real) menjadi nilai pendekatan fuzzy.

Sehingga, fungsi *fuzzy* yaitu pemetaan  $f: \mathbb{R} \rightarrow K$  dimana  $K$  nya itu adalah suatu kelas himpunan *fuzzy* dalam semesta real (Susilo, 2006). *Fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga dengan memetakan nilai  $X \in \mathbb{R}$  ke dalam himpunan *fuzzy*  $\tilde{A}$  (Susilo, 2006) yaitu :

$$X_a = X - \alpha_1\sigma$$

$$X_b = X$$

$$X_c = X + \alpha_1\sigma$$

Dengan demikian representasi bilangan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga menjadi  $\tilde{X} = (X_a, X_b, X_c)$

### 7. Modus *fuzzy* Individual $X - MR$ untuk fungsi segitiga

Modus *fuzzy* dari himpunan fuzzy ( $f_{mod}$ ) yaitu nilai dari variabel dasar  $x$ , dimana derajat keanggotaannya memiliki nilai sama dengan 1 (Gulbay dan Kahraman 2006, 2007) dan didefinisikan sebagai berikut :

$$f_{mod} = \{x \in X \mid \mu_{f(x)} = 1\} \tag{2.8}$$

Berdasarkan metode modus *fuzzy* definisi batas kendali dihitung sebagai berikut :

$$Mode_{IX} = \begin{cases} UCL_{IX} = UCL_{IX2} \\ CL_{IX} = CL_{IX2} \\ LCL_{IX} = LCL_{IX2} \end{cases} \tag{2.9}$$

$$Mode_{MR} = \begin{cases} UCL_{MR} = UCL_{MR2} \\ CL_{MR} = CL_{MR2} \\ LCL_{MR} = LCL_{MR2} \end{cases} \tag{2.10}$$

Untuk setiap sampel, *fuzzy* modus dihitung sebagai berikut :

$$IX \text{ mod } i = X_{bi} \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, n \tag{2.11}$$

$$MR \text{ mod } i = MR_{bi} \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, n \tag{2.12}$$

Menurut (Kaya dan Kahraman, 2011a) dengan demikian, untuk diagram kendali Individual  $X$  , menggunakan index ( $C IX_i$ ) dimana ( $C IX_i$ ) merupakan hasil akhir kondisi proses pengendalian pada diagram kendali Individual  $X$  dan untuk diagram kendali  $MR$ , menggunakan index ( $C MR_i$ ) dimana ( $C MR_i$ ) merupakan hasil akhir kondisi proses pengendalian pada diagram kendali  $MR$  sehingga didefinisikan sebagai berikut :

$$C IX_i = \begin{cases} 1; \text{ jika } (IX \text{ mod } i \leq UCL_{IX \text{ mod}}) \\ \text{ dan } (IX \text{ mod } i \geq LCL_{IX \text{ mod}}) \\ 0; \text{ jika } (IX \text{ mod } i > UCL_{IX \text{ mod}}) \\ \text{ atau } (IX \text{ mod } i < LCL_{IX \text{ mod}}) \end{cases} \tag{2.13}$$

$$C MR_i = \begin{cases} 1; \text{ jika } (MR \text{ mod } i \leq UCL_{MR \text{ mod}}) \\ \text{ dan } (MR \text{ mod } i \geq LCL_{MR \text{ mod}}) \\ 0; \text{ jika } (MR \text{ mod } i > UCL_{MR \text{ mod}}) \\ \text{ atau } (MR \text{ mod } i \geq LCL_{MR \text{ mod}}) \end{cases} \tag{2.14}$$

Sehingga, keputusan pengendalian proses sebagai berikut (Kaya dan Kahraman, 2011a).

$$\text{Pengendalian proses} = \begin{cases} \text{terkendali jika } (C IX_i = 1) \\ \text{ dan } (C MR_i = 1) \\ \text{ tidak terkendali jika } (C IX_i = 0) \\ \text{ atau } (C MR_i = 0) \end{cases} \tag{2.15}$$

## 8. Sisa Klor

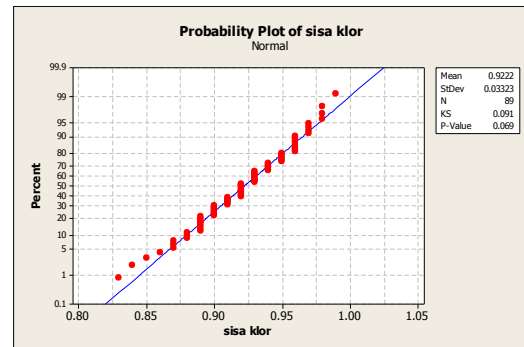
Chlor merupakan zat kimia yang sering dipakai karena harganya yang murah dan masih memiliki daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Sedangkan, sisa chlor yaitu residu dari klorinasi atau penjernihan air yang akan berbahaya bagi kesehatan manusia jika terkontaminasi dengan zat lain. Salah satu parameter dalam air yaitu sisa klor. Menurut Rohmawati (2016) sisa klor merupakan indikator yang terdapat pada air bersih yang merupakan bagian dari pengendalian kualitas untuk memastikan efisiensi dalam proses pengolahan serta produksi air. Pada proses pengolahan dan produksi air minum, nilai sisa klor dapat dijadikan sebagai indikator keberadaan zat organik pada air. Maka dari itu, pengukuran sisa klor bagi instalasi pengolahan air untuk memastikan keamanan bagi kesehatan agar kualitas air tetap terjaga.

(Menurut Sarah, 2009) tujuan dari klorinasi pada air yaitu untuk mempertahankan sisa klorin sebesar 0.2 mg/l dan maksimum 1 mg/l di dalam air. Nilai tersebut merupakan margin of safety (nilai batas keamanan) dalam air untuk membunuh kuman patogen yang mengontaminasi saat penyimpanan dan pendistribusian air.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang digunakan untuk mengaplikasikan metode yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah data sekunder. Data tentang karakteristik air PDAM yaitu sisa klor yang direkam di PDAM Surya Sembada Surabaya pada tanggal 1 Desember 2015 sampai tanggal 29 Februari 2016. Adapun hasil analisis deskripsi data dengan menggunakan software SPSS, diperoleh  $\bar{X}$  sebesar 0.9222 dan standar deviasi sebesar 0.03323. Selanjutnya melakukan uji

normalitas pada data sisa klor di PDAM Surya Sembada Surabaya pada tanggal 1 Desember 2015 sampai tanggal 29 Februari 2016. Adapun hasil uji normalitasnya software Minitab 16 sebagai berikut :



Pada skripsi ini, akan merepresentasikan data sisa klor sebanyak 89 buah ke dalam bilangan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga. Adapun pembentukan bilangan *fuzzy* dilakukan dengan cara menambah dan mengurangi setiap sampel data pengamatan dengan standar deviasi lalu dikalikan dengan multiplier yang berbeda yaitu  $\alpha_1 = 0.08$  dan  $\alpha_2 = 0.07$  untuk menghasilkan bilangan *fuzzy* segitiga. Sehingga, dari data tersebut akan diperoleh bilangan *fuzzy* segitiga sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_1 &= TFN(X_{a_1}, X_{b_1}, X_{c_1}) \\ &= TFN(0.8473, 0.85, 0.8527) \end{aligned}$$

Pembentukan bilangan *fuzzy* segitiga pada sampel data pengamatan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama. Setelah itu diperoleh nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ) dari setiap subgroup *fuzzy* yaitu  $\bar{X} = (\bar{X}_a = 0.9196, \bar{X}_b = 0.9222, \bar{X}_c = 0.9249)$ .

Selanjutnya menghitung nilai moving range *fuzzy* berdasarkan fungsi segitiga untuk masing-masing setiap sampel data pengamatan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1. MR_a &= |X_{a_2} - X_{c_1}| \\ &= |0.8673 - 0.8527| = 0.014688 \\ MR_b &= |X_{b_2} - X_{b_1}| \\ &= |0.87 - 0.85| = 0.02 \\ MR_c &= |X_{c_2} - X_{a_1}| \end{aligned}$$

$$= |0.8727 - 0.8473| = 0.025312$$

Untuk perhitungan nilai moving range *fuzzy* pada sampel data pengamatan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama sehingga diperoleh rata-rata moving range *fuzzy* secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$\overline{MR} = (\overline{MR}_a = 0.02968, \overline{MR}_b = 0.029318, \overline{MR}_c = 0.030767)$$

Setelah diperoleh hasil  $\bar{X}$  dan  $\overline{MR}$  maka langkah selanjutnya yaitu menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah (persamaan 2.6) dan (persamaan 2.7). Selanjutnya menghitung modus *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga (persamaan 2.8) dan menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah untuk diagram kendali *fuzzy* Individual  $X$  menggunakan metode modus *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga (persamaan 2.9) dan juga menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah untuk diagram kendali *fuzzy*  $\overline{MR}$  menggunakan metode modus *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga (persamaan 2.10). Menentukan modus *fuzzy* berdasarkan indeks untuk diagram kendali kendali Individual  $X$  (persamaan 2.13) yang merupakan hasil akhir kondisi proses pengendalian pada diagram kendali Individual  $X$  dan menentukan modus *fuzzy* berdasarkan indeks untuk diagram kendali kendali  $MR$  (persamaan 2.14) yang merupakan hasil akhir kondisi proses pengendalian pada diagram kendali  $MR$ . Setelah itu, menentukan apakah keputusan pengendalian proses terkendali atau tidak (persamaan 2.15).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode modus *fuzzy*, dalam diagram kendali *fuzzy* individual  $X$  terdapat 2 titik yang tidak terkendali sementara dalam diagram kendali  $MR$  terdapat 5 titik yang tidak terkendali. Sehingga, dilakukan revisi sebanyak tiga kali dengan cara yang sama untuk mendapatkan data dalam kondisi terkendali. Dari hasil

perhitungan revisi untuk diagram kendali *fuzzy* individual  $X - MR$  berdasarkan metode modus *fuzzy*, pada data sisa klor di PDAM Surya Sembada Surabaya pada tanggal 1 Desember 2015 sampai dengan 29 Februari 2016 diperoleh 89 data tersisa 85 data pengamatan yang terkendali untuk diagram kendali individual  $X$  dan tersisa 81 data pengamatan yang terkendali untuk diagram kendali  $MR$ .

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode modus *fuzzy* pada penerapan diagram kendali *fuzzy* individual  $X - MR$ , didapatkan hasil yang sama seperti diagram kendali biasa. Dalam diagram kendali *fuzzy* individual  $X - MR$  hasil keputusan akhirnya dilihat dari nilai UCL dan LCL saja yang bernilai 1 apabila data terkendali dan bernilai 0 apabila data tidak terkendali.

#### Saran

Dalam skripsi ini penulis hanya menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan menggunakan metode modus *fuzzy*. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan pembaca dapat menerapkan diagram kendali *fuzzy* individual  $X - MR$  berdasarkan fungsi keanggotaan dan metode *fuzzy* yang lain.

#### Daftar Pustaka

- Gaspersz, Vincent, (1998), *Statistical Proses Control Penerapan Teknik-Teknik Statistik dalam Manajemen Bisnis Total*, Jakarta : Diterbitkan atas Kerja Sama Yayasan Indonesia Emas, Institut Vincent, PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gulbay, M dan Kahraman, C. (2006). *Development of fuzzy process control charts and fuzzy unnatural pattern analyses.*

- Computational Statistics and Data Analysis*, Vol. 51, No.1, pp. 434-451.
- Gulbay, M dan Kahraman, C. (2007). An alternative approach to fuzzy control charts: direct fuzzy approach, *Information Sciences*, Vol. 51, No.6, pp. 1463-1480.
- Kaya, I, dan Kahraman, C. (2011a). *Process Capability Analyses With Fuzzy Parameters. Expert System with Applications*, 38 : 11918-11927.
- Kusumadewi, S dan Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Montgomery, Douglas C. 1991. *Introduction to Statistical Quality Control*. Third Edition. Republic of Singapore: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D.C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*, 5 th edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Montgomery, D.C. 2009, *Introduction to Statistical Quality Control, six edition*. New York: John Wiley&Sons Inc.
- Moraditadi, A dan Avakhdarestani, S. 2016. Development of Fuzzy Individual X and Moving Range Control Chart. *International Journal of Productivity and Quality Management*, Vol. 17 No 1.
- Muchlis, D. 2010. *Pengendalian Kualitas Statistika*, Pustaka Ceria. Bandung.
- Raz, T., and Wang, J.H. (1990). *Probabilistic and membership approaches in construction of diagram controls for linguistic data. Production Planning & Control*, 1, 147-157.
- Rohmawati, D.Okta. (2016). *Penerapan Grafik Pengendali Kabur IX-MR dan Kapabilitas Proses Kabur Pada Pengendalian Kualitas Produksi Air PDAM*. Skripsi. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Senturk, S.& Erginel, N. 2009, *Development of Fuzzy  $\bar{X} - R$  and  $\bar{X} - S$  Control Chart Using  $\alpha$ -cut*. *Information Sciences*, 179 (10): 1542-1551.
- Susilo, F. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yani, D.Sarah. (2009). *Evaluasi Konsentrasi Sisa Klor dan Kandungan Escherichia Coli pada Jaringan Distribusi PT PAM-Lyonnaisse Jaya (PALYJA) untuk Unit Pelayanan Pelanggan (UPP) Barat (Zona Wilayah IV)*. Tugas Akhir. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.