

## Indeks Kemampuan (*Capability Indices*) pada Diagram Kendali Berdasarkan Model Regresi

### Capability Indices on Diagram Control Based on Regression Model

<sup>1</sup>Oktavia Rayani Saragih, <sup>2</sup>Anneke Iswani, <sup>3</sup>Aceng Komarudin Mutaqin

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

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: <sup>1</sup>okt.rayanis@gmail.com, <sup>2</sup>annekeiswani@gmail.com, <sup>3</sup>aceng.k.mutaqin@gmail.com

**Abstract.** In this era of globalization, a product will survive in market share if it produces a quality product. To reach that quality product, the company should always supervise and increased against the quality of his product in order to obtain the optimal results. One way to monitors the process of production is to use statistics, better known as Statistical Process Control (SPC). The purpose of SPC checking quickly cause special or a shift in the process of that can be done action repair before too much unit disabled produced again. The indicator of the process that being able to produce a product in accordance with the specifications can be seen with using capability indices. When there is a change in setting independent variable in the process, then it will lead to the average changes in the data and variabilitas. In this research will be compared to the results of traditional capability indices and RC's capability indices according to the kind of boundary specifications. The capability indices on a diagram control based on regression model is the RC's indices, while the traditional capability indices is the capability indices used when independent variable's setting has not changed. A mistake in the implementation of capability indices about regression model will deliver a wrong conclusion. As the implementation, will be used data quality of water on Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Batu Ampar, Balikpapan. The results of research shows that the boundaries of appropriate in the process is an asymmetrical because dots samples not to be around in the middle of control boundaries. With using that asymmetrical boundary, can be concluded that the value of RC's capability indices better than the value of traditional capability indices on the boundaries of asymmetrical specifications.

**Keywords:** Diagram Control, Capability Indices, Regression, Statistical Process Control.

**Abstrak.** Dalam era globalisasi seperti sekarang ini, suatu produk akan bertahan di pangsa pasar jika menghasilkan produk yang berkualitas. Untuk mencapai produk yang berkualitas tersebut, perusahaan harus selalu melakukan pengawasan dan peningkatan terhadap kualitas produknya agar memperoleh hasil akhir yang optimal. Salah satu cara untuk memonitor proses produksi adalah dengan menggunakan ilmu statistika yang lebih dikenal dengan sebutan *Statistical Process Control (SPC)*. Tujuan pokok SPC ini adalah memeriksa dengan cepat sebab-sebab terduga (penyebab khusus) atau pergeseran proses sehingga dapat segera dilakukan tindakan perbaikan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi lagi. Ukuran kemampuan proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dapat dilihat dengan menggunakan indeks kemampuan. Ketika perubahan dalam *setting* variabel bebas (variabel independen) pada proses maka akan menyebabkan terjadinya perubahan rata-rata pada data dan variabilitas. Dalam penelitian ini akan dibandingkan hasil indeks kemampuan tradisional dan indeks kemampuan RC sesuai jenis batas spesifikasi. Indeks kemampuan pada diagram kendali berdasarkan model regresi adalah indeks RC sedangkan indeks kemampuan tradisional adalah indeks kemampuan yang digunakan ketika *setting* dalam variabel bebas tidak berubah. Kesalahan dalam penerapan indeks kemampuan terhadap model regresi akan menghasilkan kesimpulan yang keliru. Sebagai bahan aplikasi, akan digunakan data kualitas air pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Batu Ampar, Balikpapan. Hasil penelitian menunjukkan batas yang sesuai pada proses adalah asimetris karena titik-titik sampel tidak berada di sekitar batas kendali tengah. Dengan menggunakan batas asimetris tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai indeks kemampuan RC lebih baik daripada nilai indeks kemampuan tradisional pada batas spesifikasi asimetris.

**Kata Kunci:** Diagram Kendali, Indeks Kemampuan, Regresi, *Statistical Process Control*.

#### A. Pendahuluan

Diagram kendali adalah salah satu alat SPC yang paling banyak digunakan dalam industri manufaktur dalam memonitor proses. Secara singkat, diagram/grafik kendali memverifikasi kestabilan suatu proses, namun indeks kemampuan yang menilai apakah proses tersebut dapat memenuhi spesifikasi teknik/proyek dan spesifikasi pelanggan.

Ketika perubahan dalam *setting* variabel bebas (variabel independen) pada proses maka akan menyebabkan terjadinya perubahan rata-rata pada data dan variabilitas. Tahap pertama melibatkan penetapan model regresi terhadap data yang telah dikumpulkan lalu dengan menggunakan model regresi tersebut dapat menghasilkan persamaan setiap batas kendali. Dengan persamaan setiap batas kendali yang diperoleh, pemeriksaan proses dilakukan.

Data baru dikumpulkan pada Tahap II dan diagram kendali pemantauan dikembangkan sesuai dengan model yang divalidasi pada Tahap I, lalu melakukan pemantauan proses yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan penyebab khusus yang diakibatkan oleh kegagalan dalam operasi.

Tahap ketiga berfokus pada penerapan indeks tradisional yang ditunjukkan oleh  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $C_{pm}$  dan  $C_{pmk}$  dan indeks RC yang ditunjukkan oleh  $C_{pR}$ ,  $C_{pkR}$ ,  $C_{pmR}$  dan  $C_{pmkR}$  sesuai dengan batas spesifikasinya.

Berdasarkan uraian dari latar belakang yang telah diungkapkan, perlu adanya pembahasan mengenai indeks kemampuan pada diagram kendali dalam model regresi yang lebih rinci, masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil prosedur tahap I dalam membangun diagram kendali regresi pada data kualitas air yang diolah pada IPAM Batu Ampar Balikpapan periode April-Mei 2017?
2. Bagaimana hasil prosedur tahap II pada pengembangan diagram regresi untuk suatu proses terhadap data kualitas air yang diolah pada IPAM Batu Ampar Balikpapan periode Juni-Juli 2017?
3. Bagaimana hasil perbandingan indeks kemampuan yang diusulkan Pedrini dan Caten (RC) dengan indeks tradisional terhadap data kualitas air yang diolah pada IPAM Batu Ampar Balikpapan sesuai batas spesifikasi?

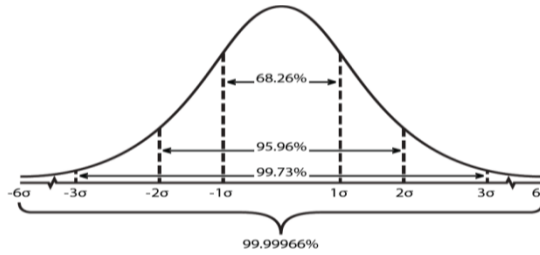
Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui bagaimana hasil prosedur tahap I dalam membangun diagram kendali regresi pada data kualitas air yang diolah pada IPAM Batu Ampar Balikpapan periode April-Mei 2017.
2. Mengetahui bagaimana hasil prosedur tahap II pada pengembangan diagram regresi untuk suatu proses terhadap data kualitas air yang diolah pada IPAM Batu Ampar Balikpapan periode Juni-Juli 2017.
3. Mengetahui hasil perbandingan indeks kemampuan yang diusulkan Pedrini dan Caten (RC) dengan indeks tradisional terhadap data kualitas air yang diolah pada IPAM Batu Ampar Balikpapan sesuai dengan batas spesifikasi

## B. Landasan Teori

Metode yang sering digunakan untuk mengetahui sumber variasi dari proses adalah melalui diagram kendali beserta analisis kemampuan proses. Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum (Muchlis, 2010). Secara umum diagram kendali adalah gambar sederhana dengan tiga garis, yaitu garis pusat (*center*), garis Batas Kendali Atas (BKA) atau *Upper Control Limit* (UCL) dan garis Batas Kendali Bawah (BKB) atau *Lower Control Limit* (LCL).

Analisis kemampuan proses dapat melihat apakah proses mampu menghasilkan *output* yang memenuhi spesifikasi dan memutuskan tindakan-tindakan penyesuaian yang akan dilakukan berkaitan dengan proses yang ada saat ini. Kualitas produksi sangat ditentukan oleh kualitas proses. Oleh sebab itu, konsep ini telah melahirkan istilah



kemampuan proses atau proses kemampuan. Di dalam proses, semakin tinggi nilai kemampuan proses maka semakin baik pula kualitas proses, kemampuan proses juga mampu menghasilkan produk yang bermutu secara konsisten.

Ada beberapa indeks kemampuan yang digunakan ketika variabel bebas tidak berubah sesuai batasnya baik simetris maupun asimetris (indeks tradisional) dan ketika sering terjadi perubahan pada variabel bebas (indeks RC). Secara lengkap persamaan setiap indeks ditampilkan pada tabel berikut:

Simetris		Asimetris	
Indeks Tradisional	Indeks RC	Indeks Tradisional	Indeks RC
$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\hat{\sigma}}$	$C_{pR} = \frac{b_{0S} - b_{0I}}{6\hat{\sigma}_R}$	$C^*_p = \frac{\min(BSA - T; T - BSB)}{3\hat{\sigma}}$	$C^*_{pR} = \frac{\min(b_{0S} - b_{0T}; b_{0T} - b_{0I})}{3\hat{\sigma}_R}$
$C_{pk} = \min(C_{pI}; C_{pS})$	$C_{pkR} = \min(C_{pIR}; C_{pSR})$	$C^*_{pk} = \min(C^*_{pI}; C^*_{pS})$	$C^*_{pkR} = \min(C^*_{pIR}; C^*_{pSR})$
$C_{pm} = \frac{BSA - BSB}{6\sqrt{\hat{\sigma}^2 + (\bar{y} - T)^2}}$	$C_{pmR} = \frac{b_{0S} - b_{0I}}{6\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - T_i)^2}{n}}}$	$C^*_{pm} = \frac{\min(BSA - T; T - BSB)}{3\sqrt{\hat{\sigma}^2 + (\bar{y} - T)^2}}$	$C^*_{pmR} = \frac{\min(b_{0S} - b_{0T}; b_{0T} - b_{0I})}{3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - T_i)^2}{n}}}$
$C_{pmk} = \min(C_{pmI}; C_{pmS})$	$C_{pmkR} = \min(C_{pmIR}; C_{pmSR})$	$C^*_{pmk} = \frac{d^* - A^*}{3\sqrt{\hat{\sigma}^2 + A^2}}$	$C^*_{pmkR} = \frac{d^*_R - A^*_R}{3\sqrt{\hat{\sigma}_R^2 + A^2_R}}$

Sebelum menghitung indeks kemampuan tersebut, diperlukan suatu model regresi terbaik dimana pengujian asumsi klasik seperti autokorelasi, multikolinearitas, heterokedastisitas dan normalitas harus dilakukan. Ketika model regresi telah diperoleh maka batas kendali dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$BKA_i = \hat{y}_i + L\sqrt{QMR}$$

$$BT_i = \hat{y}_i$$

$$BKB_i = \hat{y}_i - L\sqrt{QMR}$$

Dimana L adalah nilai konstan yang ditentukan sesuai nilai sensitivitas dan biasanya memakai 2 atau 3. Estimasi varians residu model regresi diberikan oleh kuadrat rata-rata residu (QMR)

$$QMR = \frac{e'e}{n-p} = \frac{SQR}{n-p} = \sigma^2$$

Dengan menggunakan persamaan batas kendali di atas, akan diperiksa apakah yang telah berjalan terkendali atau tidak, jika tidak titik yang berada di atas batas kendali maka proses tersebut dapat dikatakan terkendali, tetapi jika terdapat titik di luar batas kendali, maka titik tersebut harus dibuang dan penentuan model regresi harus ditentukan kembali. Jika proses terkendali. maka tahap II dilakukan dimana model regresi yang digunakan sama seperti model regresi pada tahap I. Dengan menggunakan model regresi tersebut, persamaan batas kendali baru diperoleh sebagai berikut:

$$BKA_i = \hat{y}_i + 3\sqrt{QMR(1 + h_{ii})}$$

$$BT_i = \hat{y}_i$$

$$BKB_i = \hat{y}_i - 3\sqrt{QMR(1 + h_{ii})}$$

Dimana  $h_{ii} = \mathbf{x}_i'(X'X)^{-1}\mathbf{x}_i$  dan  $\mathbf{x}_i$  adalah vektor dari variabel kendali pengamatan baru ke-i. Elemen  $h_{ii}$  digunakan sebagai faktor koreksi dari standar deviasi

prediksi observasi baru. Seperti pada tahap I, pemeriksaan proses harus dilakukan, jika proses terkendali maka perhitungan indeks kemampuan dapat dilakukan dengan

$$\hat{\sigma}_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n}}$$

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

**Uji Asumsi Klasik**

**Uji Normalitas**

Uji kenormalan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan rumusan hipotesis sebagai berikut:

- $H_0$  : Residual berdistribusi normal
- $H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Dengan bantuan *software SPSS 21* diperoleh hasil *output* dapat diketahui hasil uji kenormalan nilai *P-Value* untuk residualnya adalah = 0,841. Karena nilai *P-Value* lebih besar dari nilai *alpha* yang dipilih yaitu 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.

**Uji Autokorelasi**

- Hipotesis yang diuji adalah:
- $H_0$  :  $\rho = 0$  (tidak ada autokorelasi)
- $H_1$  :  $\rho \neq 0$  (ada autokorelasi)



**Gambar 4.1** Pengambilan Keputusan Ada Tidaknya Autokorelasi dengan *Durbin Watson Test*

diperoleh nilai DW hitung sebesar 1,40312 dimana DW hitung lebih kecil dari 1,5189 yang artinya berada pada daerah terdapat autokorelasi positif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam model regresi linier ada autokorelasi. Oleh sebab itu, untuk mengatasi masalah tersebut maka harus diperbaiki dengan cara transformasi menggunakan metode *Cochrane Orcutt* dengan bentuk persamaannya yaitu:

$$y_t = \alpha + X_t\beta + \varepsilon_t$$

Dengan menggunakan bantuan *software SPSS* diperoleh koefisien  $\rho$  sebesar 0,925. Dengan menggunakan koefisien  $\rho$  tersebut diperoleh nilai DW hitung sebesar 1,916 dimana DW hitung lebih besar dari 1,6540 dan lebih kecil dari 2,346 yang artinya berada pada daerah tidak terdapat autokorelasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam model regresi linier tidak ada autokorelasi.

### Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF	Kesimpulan
Kekeruhan Air Baku ( $X_1$ )	1,327	Tidak ada masalah multikolinearitas
PH Air Baku ( $X_2$ )	1,327	Tidak ada masalah multikolinearitas

### Uji Heterokedastisitas

Dalam penelitian ini dalam menguji heteroskedastisitas akan menggunakan uji Park. Hipotesis untuk pengujian tersebut adalah:

$H_0$  : tidak ada gejala heteroskedastisitas

$H_1$  : ada gejala heteroskedastisitas

Variabel	t	Sig.	Kesimpulan
Kekeruhan Air Baku ( $X_1$ )	-0,082	0,935	Tidak ada gejala Heterokedastisitas
PH Air Baku ( $X_2$ )	-0,898	0,373	Tidak ada gejala Heterokedastisitas

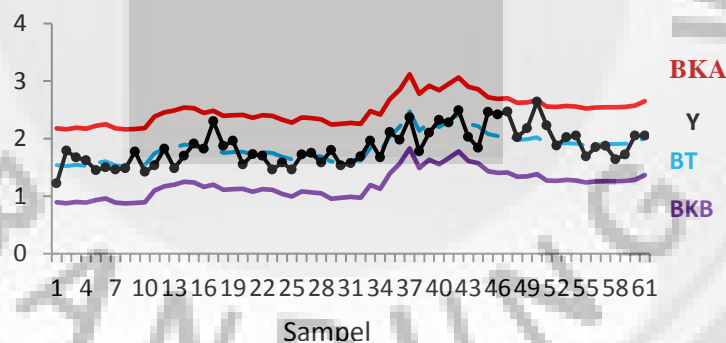
### Tahap I Diagram Kendali Regresi

Pada langkah pertama, model regresi yang diperoleh disajikan dalam Persamaan  $\hat{y} = 3,15 + 0,01128 X_1 - 0,285 X_2$  dengan nilai QMR=0,046 dan koefisien determinasi  $R^2 = 56,2\%$  diperoleh persamaan batas kendali adalah sebagai berikut:

$$BKA_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} + 3\sqrt{0,046}$$

$$BT_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

$$BKB_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} - 3\sqrt{0,046}$$



Gambar 4.1 Diagram Kendali Berdasarkan Model Regresi Pada Tahap I

Diagram kendali yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berada di bawah kontrol statistik, karena sampel berada di dalam batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada tahap pertama proses terkendali sehingga proses tahap kedua dapat dilakukan.

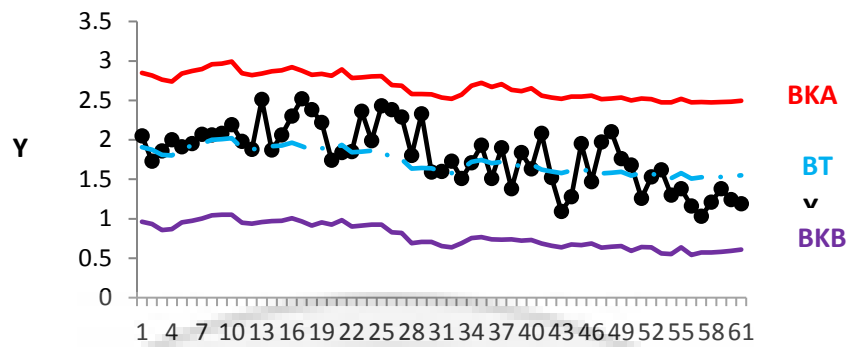
### Tahap II

diperoleh nilai QMR = 0,0951. Dengan k=3 maka persamaan setiap batas kendali diperoleh sebagai berikut:

$$BKA_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} + 3\sqrt{0,0951(1 + h_{ii})} \quad \dots(4.5)$$

$$BT_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} \quad \dots(4.6)$$

$$BKB_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} - 3\sqrt{0,0951(1 + h_{ii})} \quad \dots(4.7)$$



**Gambar 4.3** Diagram Kendali Berdasarkan Model Regresi Pada Tahap II

Diagram kendali yang ditunjukkan pada Gambar 4.3, berada di bawah kontrol statistik, karena tidak ada titik sampel yang berada di luar batas kendali. Dapat dilihat bahwa titik-titik sampel tidak berada di sekitar batas tengah, sehingga dapat disimpulkan bahwa batas spesifikasi yang cocok dalam proses ini adalah batas asimetris.

**Perbandingan Indeks Kemampuan RC dan Indeks Kemampuan Tradisional**

Nilai  $b_{0S} = 5$  yang merupakan batas maksimum yang telah ditentukan oleh Pemerintah, begitupun nilai  $b_{0I} = 0$  yang merupakan batas minimum yang telah ditentukan oleh pemerintah, sehingga secara lengkap BSA dan BSB dapat lihat pada Persamaan (4.8) dan (4.9)

$$BSA_i = 5 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

$$BSB_i = 0 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

Untuk penerapan Indeks pada batas asimetris, nilai  $T = 2,8$  yang ditetapkan sebagai nilai target proses berdasarkan batas maksimum tingkat kekeruhan air yang ditetapkan oleh IPAM Batu Ampar Balikpapan.

$$T_i = 2,8 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

Diperoleh nilai  $\bar{y} = 1,8059$ . Nilai  $\hat{\sigma}$  pada indeks tradisional adalah 0,3084 sedangkan  $\hat{\sigma}_R$  untuk perhitungan indeks RC adalah sebesar 0,3007. Dengan menggunakan persamaan batas-batas spesifikasi di atas, hasil perhitungan indeks kemampuan asimetris baik tradisional maupun RC dapat dilihat pada tabel berikut

Batas Spesifikasi Asimetris	<b>Indeks Tradisional</b>	$C^*_p$ 2,3799	$C^*_{pk}$ 1,3034	$C^*_{pm}$ 0,7046	$C^*_{pmk}$ 0,5034
	<b>Indeks RC</b>	$C^*_{pR}$ 2,4388	$C^*_{pkR}$ 1,9689	$C^*_{pmR}$ 1,4254	$C^*_{pmkR}$ 1,0426

Secara umum dapat disimpulkan bahwa nilai indeks kemampuan RC pada batas asimetris lebih baik daripada nilai indeks kemampuan tradisional. Indeks tradisional yang digunakan dalam proses yang dipantau dengan diagram kendali berdasarkan model regresi dapat menyebabkan kesimpulan yang keliru.

**D. Kesimpulan**

Hasil estimasi model yang diperoleh menggunakan data proses pengolahan air pada IPAM Batu Ampar Balikpapan menghasilkan model sebagai berikut:

$$\hat{y} = 3,15 + 0,01128 X_1 - 0,285 X_2$$

Berdasarkan model tersebut dapat disimpulkan bahwa:

4. Pada tahap I diperoleh persamaan masing-masing batas kendali yaitu  

$$BKA_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} + 3\sqrt{0,046}$$

$$BT_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

$$BKB_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} - 3\sqrt{0,046}$$
 dengan menggunakan persamaan batas kendali tersebut disimpulkan bahwa proses terkendali karena titik sampel berada di antara batas kendali.
5. Pada tahap II diperoleh persamaan masing-masing batas kendali yaitu  

$$BKA_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} + 3\sqrt{0,0951(1 + h_{ii})}$$

$$BT_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

$$BKB_i = 3,15 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i} - 3\sqrt{0,0951(1 + h_{ii})}$$
 dengan persamaan batas kendali tersebut disimpulkan bahwa proses terkendali karena berada di antara batas kendali.
6. Pada tahap perbandingan indeks kemampuan diperoleh persamaan batas spesifikasi atas dan bawah yaitu  

$$BSA_i = 5 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

$$BSB_i = 0 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

Sedangkan persamaan T pada batas spesifikasi asimetris yaitu:

$$T_i = 2,8 + 0,01128 X_{1i} - 0,285 X_{2i}$$

Dengan menggunakan persamaan batas-batas spesifikasi tersebut, diperoleh bahwa nilai indeks kemampuan RC lebih baik daripada nilai indeks kemampuan tradisional pada batas spesifikasi asimetris.

#### E. Saran

1. Pengendalian kualitas harus dilakukan secara terus menerus dan berkesinambungan untuk menghasilkan kualitas air yang sesuai dengan keinginan konsumen
2. Perlu dilakukan penelitian kembali untuk menghasilkan indeks kemampuan yang lebih baik dengan menggunakan variabel bebas yang berbeda dari skripsi ini

#### Daftar Pustaka

- Achmad, A.I. 2008. *Analisis Regresi*. Program Studi Statistika Universitas Islam Bandung.
- Chan, L.K., Cheng, S.W. and Spiring, F.A. 1988. *A new measure of process capability: Cpm*. *Journal of Quality Technology*, 20, 162-175.
- Chang, Y.C. 2009. *Interval Estimation of Capability Index  $C_{pmk}$  for Manufacturing Processes with Asymmetric tolerances*. *Computers & Industrial Engineering*, 56, 312-322.
- Deleryd, M. 1999. *A pragmatic view on process capability studies*. *International Journal of Production Economics*, 58, 319-330.
- Furqon. 2008. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*. Bandung. Alfabeta.
- Gasperz, Vincent. 1998. *Production planning and Inventory Control*. Jakarta. PT Sun.
- Gasperz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000 MBNQA dan HCCP*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Irwan dan Didi Haryono. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Bandung. Alfabeta.
- Kadir. 2015. *Statistika Terapan*. Jakarta. Raja Grafindo Persada.
- Kotz, S. and Johnson, N.L. 2002. *Process capability indices a review, 1992-2000*. *Journal*

- of Quality Technology*, 34, 2-19.
- Montgomery, D.C. 2004. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. 4. Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 513.
- Montgomery, D.C. and Mastrangelo, C.M. 2001, *Statistical Quality Control, six edition. United States of America (USA)*.
- Muchlis, D. 2010. *Pengendalian Kualitas Statistika*, Pustaka Ceria. Bandung.
- Pearn, W.L., Kotz, S. & Johnson, N.L. 1992. *Distributional And Inferential Properties of Process Control Indices. Journal of Quality Technology*, 24, 216-231.
- Pedrini, D.C. and Caten, C.S. 2011. *Método para a Aplicação de Gráficos de Controle de Regressão no Monitoramento de Processos. Revista Produção*, 21, 106-117.
- Souza, F.S., Pedrini, D.C. and Caten, C.S. 2015. *Capability Indices for Control Charts Based on Regression Models*, 12, 235-244.
- Sudjana. 2003. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi bagi Peneliti*. Bandung. Tarsito.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung. Tarsito

