Analisis Pengendalian Kualitas Air dengan Menggunakan Peta Kendali X dan Peta Kendali R pada PDAM Way Rilau Bandar Lampung

Emy Khikmawati^{1*}, Heri Wibowo², Rizky Febri Romadhona³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Malahayati, Bandar Lampung, Indonesia
(*emy_khikmawati@yahoo.com)

Abstrak – Permasalahan dalam kegiatan pengendalian kualitas air pada PDAM Way Rilau sering dijumpai terjadinya kualitas air yang tidak sesuai standar. Hal ini menyebabkan perusahaan harus dapat mempertahankan kualitas air yang dihasilkan atau bahkan lebih baik lagi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengendalian kualitas air baku menjadi air bersih yang dilakukan dengan mengambil perbandingan secara statistik menggunakan peta kendali X dan R. Hasil analisis menunjukkan ada 1 (satu) sampel yang berada di luar batas kendali tetapi rata-rata kualitas air sudah sesuai standar yang diterapkan perusahaan. Kualitas pH air baku didapat 7.36 dari standar 6-9, pH air bersih 7.28 dari standar 6.5-9.0 dan *turbidity* air baku 238.71, *turbidity* air bersih 1.87 dari standar 2.5. Penyimpangan terjadi peta X sampel ke-4 *turbidity* air bersih yang bernilai 3.26 sedangkan standar *turbidity* perusahaan adalah 2.5. Penggunaan peta kendali X dan R dapat memudahkan perusahaan untuk menentukan kriteria batas penerimaan kualitas produk sebelum dipasarkan, mengevaluasi pelaksanaan dan kebijakan pelaksanaan proses produksi, memantau proses produksi secara terus-menerus agar tetap stabil dan menentukan kapabilitas proses.

Kata kunci: pengendalian kualitas; Peta X dan R

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan penting bagi kelangsungan hidup manusia, kualitas air saat ini telah mengarah pada strategi bisnis perusahaan perlu menemukan dasar persaingannya sendiri berdasar segmen pasar dan produk tertentu. (Schroeder, 2007) Bagaimana bisnis untuk bersaing dengan produk perusahaan lain. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau dengan mengusahakan dan memanfaatkan sumber mata air Way Rilau berkapasitas 25 liter per detik yang pada saat itu dikenal dengan nama *Boss Oder West* (BOW). Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengendalian kualitas air baku menjadi air bersih di PDAM Way Rilau. Kualitas air pada PDAM Way Rilau terhadap konsumen dijumpai ada yang tidak sesuai standar. Dengan Peta kendali dapat membantu memperbaiki kualitas air baku menjadi air bersih, lebih baik, agar tidak banyak produk yang rusak, tetap terjaga.

II. STUDI LITERATUR

Pengendalian kualitas adalah merupakan suatu aktivitas (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk (dan jasa) perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. (Ahyari, 2000). Kualitas adalah keseluruhan corak dan karakteristik dari produk atau jasa yang berkemampuan untuk memenuhi kebutuhan yang tampak jelas maupun yang tersembunyi (Heizer, 2012). Beberapa definisi kualitas menurut para ahli di atas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut (M. N. Nasution, 2005:3):

- Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
- Kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses dan lingkungan.
- Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin di anggap kurang berkualitas pada masa mendatang).

Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk mengendalikan kualitas produk atau jasa yang dapat memuaskan konsumen dan mengawasi tingkat produksi melalui banyak tahapan produksi. Dr. W. Edwards Deming adalah salah seorang yang memperkenalkan teknik penyelesaian masalah dan pengendalian dengan metode statistik tersebut agar perusahaan dapat membedakan penyebab sistematis dan penyebab khusus dalam menangani kualitas.

Peta Kendali (*Control chart*) adalah peta yang digunakan untuk mempelajari bagaimana proses perubahan dari waktu ke waktu, Manfaat dari peta kendali adalah untuk memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas-batas kendali kualitas atau tidak terkendali. Tujuan akhir pengendalian proses statistik adalah menyingkirkan variabilitas dalam proses, mungkin tidak selengkapannya, tetapi grafik pengendali adalah alat yang efektif dalam mengurangi variabilitas sebanyak mungkin. (Montgomery, 2001)

Menurut V.Gasperz (1998), peta kendali untuk data variable adalah peta kendali yang digunakan untuk pengendalian karakteristik kualitas yang dapat dinyatakan secara *numeric*. Umumnya peta kendali variabel disebut juga *X-R chart*. Peta kendali $\bar{X}$ -bar (rata-rata) dan *R* (*Range*) digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik yang berdimensi kontinu. Pada dasarnya setiap peta kendali memiliki garis tengah (*Control Line*) dinotasikan dengan CL, sepasang batas kontrol (*Control Limit*), satu batas kontrol ditempatkan di atas garis tengah sebagai batas kontrol atas (*Upper Control Limits – UCL*) dan satu lagi di bawah garis tengah sebagian batas kontrol bawah (*Lower Control Limit*). Metode *statistical quality control* dapat dijadikan sebagai penentu standar kualitas dan evaluasi produk perusahaan.

III. METODOLOGI

Penelitian ini berupa deskriptif kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan untuk meneliti pada populasi dan sampel tertentu dengan mengumpulkan data menggunakan instrumen penelitian, analisa data bersifat statistik yang tujuan untuk menguji yang telah ditetapkan. Melakukan pengamatan langsung di lapangan, yaitu pada bagian produksi terutama di bagian laboratorium untuk pengambilan data yang sesuai dengan objek penelitian. Studi literatur, prosedur dimulai dari data-data air baku dan air bersih, kemudian melakukan pengolahan data menggunakan Peta $\bar{X}$ dan *R* sebagai alat pengendalian kualitas.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Data dalam pengukuran pH dan *turbidity* pada air baku dan air bersih di Perusahaan, Penelitian ini mengambil 62 sampel dengan 31 hari pengambilan. Dimana, setiap hari di ambil 2 kali sampel (X_1 dan X_2).

A. Peta Kendali $\bar{X}$ dan *R* untuk Pengukuran Kualitas pH Air Baku

Sebelum menentukan garis pusat, batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai $\bar{X}$ (nilai rata-rata subgrup) dan *R* (nilai rentang subgrup) dari hasil pengukuran sampel. (Tannady, 2015).

$$\begin{aligned}\bar{X} &= X_1 + X_2 / K \\ &= 7.10 + 7.60 / 2 = 7.35\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}R &= X_{\text{maks}} - X_{\text{min}} \\ &= 7.60 - 7.10 = 0.50\end{aligned}\quad (2)$$

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} (CL) &= \sum \bar{X} / K_i \\ &= 228.25 / 31 \\ &= 7.3629\end{aligned}\quad (3)$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \\ &= 7.3629 + 1.880 \times 0.3839 = 8.08\end{aligned}\quad (4)$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \\ &= 7.3629 - 1.880 \times 0.3839 = 6.64\end{aligned}\quad (5)$$

Simpulkan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai X adalah 8.08, batas kontrol bawahnya adalah 6.64 dan jumlah rata-ratanya adalah 7.36. Dimana nilai tersebut sesuai dengan tujuan perusahaan yang mengutamakan kualitas air dan nilai tersebut masih dalam batas kendali.

$$CL(\bar{R}) = \sum R / K_i \quad (6)$$

$$= 11.90 / 31 = 0.3839$$

untuk peta R ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= D4 \times \bar{R} \\ &= 3.267 \times 0.3839 = 1.25 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= D3 \times \bar{R} \\ &= 0 \times 0.3839 = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai R adalah 1.25 dan batas kontrol bawahnya adalah 0 dan jumlah rata-ratanya adalah 0.62.

Rekap hitungan di atas dapat dibaca gambar berikut ini:

Gambar 1. Peta kendali X pada kualitas pH air baku

Gambar 2. Peta kendali R pada kualitas pH air baku

Kondisi nilai rata-rata sampel yang diuji masih dalam batas dari standar kualitas yang telah dibuat oleh perusahaan. Untuk Peta Kendali R dapat dilihat kondisi rentang/*range* sampel yang diuji masih dalam batas kendali. Berdasarkan dari analisis di atas maka dapat disimpulkan dalam perhitungan tidak diperlukan adanya

revisi. Bahwa data hasil pengukuran berada dalam batas pengendalian yang menunjukkan bahwa data tersebut dalam kondisi *in statistical control* atau telah sesuai dengan standar pengendalian proses (Yasmin, 2018).

B. Peta Kendali X dan R Untuk Pengukuran Kualitas pH Air Bersih

$$\begin{aligned}\bar{X} &= X_1 + X_2 / K \\ &= 7.1 + 7.4 / 2 = 7.3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R &= X_{\text{maks}} - X_{\text{min}} \\ &= 7.4 - 7.1 = 0.3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} (CL) &= \sum \bar{X} / K_i \\ &= 225.8/31 = 7.2839\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \\ &= 7.2839 + 1.880 \times 0.1451 = 7.55\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \\ &= 7.2839 - 1.880 \times 0.1451 = 7.01\end{aligned}$$

Simpulan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai X adalah 7.55, batas kontrol bawahnya adalah 7.01 dan jumlah rata-ratanya adalah 7.28. Dimana nilai tersebut sesuai dengan tujuan perusahaan yang mengutamakan kualitas air dan nilai tersebut masih dalam batas kendali.

$$\begin{aligned}CL (\bar{R}) &= \sum R / K_i \\ &= 4.5 / 31 = 0.1451\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= D_4 \times \bar{R} \\ &= 3.267 \times 0.1451 = 0.47\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= D_3 \times \bar{R} \\ &= 0 \times 0.1451 = 0\end{aligned}$$

Simpulan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai R adalah 0.47 dan batas kontrol bawahnya adalah 0 dan jumlah rata-ratanya adalah 0.23.

Hasil hitungan dibaca pada peta kendali X dan R yang tertera pada gambar berikut ini:

Gambar 3. Peta kendali X pada kualitas pH air bersih

Gambar 4. Peta kendali R pada kualitas pH air bersih

Kondisi nilai rata-rata sampel yang diuji masih dalam batas dari standar kualitas yang telah dibuat oleh perusahaan. Untuk Peta Kendali R dapat dilihat kondisi rentang/*range* sampel yang diuji masih dalam batas kendali. Berdasarkan dari analisis di atas maka dapat disimpulkan dalam perhitungan tidak diperlukan adanya revisi.

C. Peta Kendali $\bar{X}$ dan R untuk Pengukuran Kualitas Turbidity Air Baku

$$\begin{aligned}\bar{X} &= X_1 + X_2 / K \\ &= 42.80 + 221.00 / 2 = 131.90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R &= X_{\text{maks}} - X_{\text{min}} \\ &= 221.00 - 42.80 = 178.20\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai $\bar{X}$ dan R dari semua sampel, selanjutnya adalah menentukan garis pusat, batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sebagai acuan untuk membuat peta kendali $\bar{X}$ dan R. Berikut adalah tabel hasil perhitungan kualitas *Turbidity* air baku beserta peta $\bar{X}$ dan R:

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} (\text{CL}) &= \sum \bar{X} / K_i \\ &= 7400.35/31 = 238.72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \\ &= 238.72 + 1.880 \times 326.20 = 851.98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \\ &= 238.72 - 1.880 \times 326.20 = -374.55\end{aligned}$$

Simpulannya nilai batas kontrol atas untuk nilai X adalah 851.98, batas kontrol bawahnya adalah -374.55 dan jumlah rata-ratanya adalah 238.71.

$$\begin{aligned}\text{CL} (\bar{R}) &= \sum R / K_i \\ &= 10112.10 / 31 = 326.20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= D_4 \times \bar{R} \\ &= 3.267 \times 326.20 = 1065.70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= D_3 \times \bar{R} \\ &= 0 \times 326.20 = 0\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai R adalah 0.47 dan batas kontrol bawahnya adalah 0 dan jumlah rata-ratanya adalah 532.85.

Hasil rekap hitungan dapat dibaca di kurva berikut ini:

Gambar 5. Peta kendali X pada kualitas *turbidity* air baku

Gambar 6. Peta kendali R pada kualitas *turbidity* air baku

Peta Kendali X dan R dapat dilihat kondisi sampel yang diuji masih dalam batas kendali. Berdasarkan dari analisis di atas maka dapat disimpulkan dalam perhitungan tidak diperlukan adanya revisi.

D. Peta Kendali X dan R untuk Pengukuran Kualitas Turbidity Air Bersih

$$\begin{aligned}\bar{X} &= X_1 + X_2 / K \\ &= 1.17 + 2.39 / 2 = 1.78\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R &= X_{\text{maks}} - X_{\text{min}} \\ &= 2.39 - 1.17 = 1.22\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} (\text{CL}) &= \sum \bar{X} / K_i \\ &= 57.90/31 = 1.87\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \\ &= 1.87 + 1.880 \times 0.65 = 3.09\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \\ &= 1.87 + 1.880 \times 0.65 = 0.65\end{aligned}$$

Hasilnya bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai X adalah 3.09, batas kontrol bawahnya adalah 0.65 dan jumlah rata-ratanya adalah 1.87.

$$\begin{aligned}\text{CL}(\bar{R}) &= \sum R / K_i \\ &= 20.17 / 31 = 0.65\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= D_4 \times \bar{R} \\ &= 3.267 \times 0.65 = 2.12\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= D_3 \times \bar{R} \\ &= 0 \times 0.65 = 0\end{aligned}$$

Hasilnya bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai R adalah 2.12 dan batas kontrol bawahnya adalah 0 dan jumlah rata-ratanya adalah 1.06.

Rekap hitungan tertera di bawah ini:

Gambar 7. Peta kendali X pada kualitas *turbidity* air bersih

Gambar 8. Peta kendali R pada kualitas *turbidity* air bersih

Pada Peta Kendali X dapat dilihat kondisi sampel yang diuji ada satu sampel yang di luar batas kendali (sampel ke-4), oleh sebab itu perlu perbaikan (perhitungan kembali). Untuk Peta Kendali R dapat dilihat kondisi rentang/*range* sampel yang diuji masih dalam batas kendali.

Dengan perbaikan hitungan peta X, dihilangkan data yang keluar:

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} \text{ revisi} &= \sum \bar{X} / K_i \\ &= 54.64/30 = 1.82\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{R} \text{ revisi} &= \sum R / K_i \\ &= 18.98 / 30 = 0.63\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \text{ revisi} \\ &= 1.82 + 1.880 \times 0.63 = 2.33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \text{ revisi} \\ &= 1.82 - 1.880 \times 0.63 = -0.04\end{aligned}$$

Dihasilkan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai X adalah 2.33, batas kontrol bawahnya adalah -0.04 dan jumlah rata-ratanya adalah 2.31. Rekap hitungan terbaca peta kendali X di bawah ini:

Gambar 9. Peta kendali X revisi pada kualitas *turbidity* air bersih

Gambar 9 dapat dibaca bahwa masih ada data yang berada di luar batas kontrol pada sampel ke-17. Sehingga dilakukan revisi.

Revisi II untuk peta X adalah:

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} \text{ revisi II} &= \sum \bar{X} / K_i \\ &= 52.15/29 = 1.80\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{R} \text{ revisi II} &= \sum R / K_i \\ &= 18.14 / 29 = 0.62\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Atas (UCL)} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \text{ revisi II} \\ &= 1.80 + 1.880 \times 0.62 = 2.96\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas Kontrol Bawah (LCL)} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \text{ revisi II} \\ &= 1.80 - 1.880 \times 0.62 = 0.63\end{aligned}$$

Simpulkan bahwa nilai batas kontrol atas untuk nilai X adalah 2.96, batas kontrol bawahnya adalah 0.63 dan jumlah rata-ratanya adalah 1.80

Rekap hitungan di atas dapat dilihat pada gambar berikut ini:

Gambar 10. Peta kendali X revisi II pada kualitas *turbidity* air bersih

Gambar 10 menunjukkan bahwa peta kendali X tidak ditemukan data yang berada di luar batas kontrol, maka tidak perlu dilakukan revisi kembali.

V. KESIMPULAN

Simpulan penelitian ini, ada 1 (satu) sampel yang berada di luar batas kendali tetapi rata-rata kualitas air sudah sesuai standar yang diterapkan perusahaan. Penyimpangan terjadi peta X sampel ke-4 *turbidity* air bersih yang bernilai 3.26 sedangkan standar *turbidity* perusahaan adalah 2.5. penyimpangan terjadi karena mesin tidak berfungsi dengan baik sehingga operator harus melakukan *backwash* atau pemutar balikan arus air dan melakukan proses produksi ulang. Metode *statistical quality control* dapat dijadikan sebagai penentu standar kualitas dan evaluasi produk perusahaan.

PENGHARGAAN

Penulis berterimakasih kepada pihak yang sudah mendukung selesainya penelitian ini, keluarga, rekan sejawat, pihak lokasi penelitian dan Civitas Akademika Universitas Malahayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Deming, 1982. *Kendali Kualitas Bahan Baku*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Gaspersz, Vincent. 2008. *Total Quality Management (TQM)*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Heizer, Jay and Barry Render. (2012). *Manajemen Operasi*. Edisi 9. (Diterjemahkan oleh: Chriswan Sungkono). Salemba Empat: Jakarta
- Montgomery, Douglas C. 2001. *Introduction to Statistical Quality Control*. 4th edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Nasution, Hakim A. 2005. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano. (2007). *Operations Management for Competitive Advantage 11th edition*. Universitas Indiana: McGraw-Hill/Irwin.
- Schroeder, Roger G. 2007. *Manajemen Operasi*. Jilid 2-Edisi 3. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Tannady, Hendy. (2015). *Pengendalian Kualitas*, Jakarta: Graha Ilmu
- Yamit Zulian. 2013. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Edisi Keenam. Yogyakarta: Ekonisia
- Yasmin, Msy. Rosyidah. (2018). *Pengendalian Kualitas Produk Dengan Pendekatan Metode Spc Di Pdam Tirta Musi Palembang*. E-Jurnal Universitas Muhammadiyah Palembang Integrasi Vol. 3 No. 1 April 2018