

PENERAPAN GRAFIK- X DAN GRAFIK- R SEBAGAI GRAFIK KENDALI DALAM PENGUJIAN KUALITAS AIR

Firdaus Achmad, Sukmawati Rahayu, dan Yani Sumarriani

Laboratory of Experimental Station for Water Resources Environment Research Center for Water Resources

Diajukan: 14 Juli 2009, Diterima: 3 Februari 2010

Abstrak

Jaminan mutu merupakan salah satu persyaratan teknis yang tercantum dalam sistem manajemen mutu yang mengacu pada ISO/IEC 17025:2005. Jaminan mutu merupakan kegiatan yang terencana dan sistematis yang diterapkan dalam pengujian sehingga memberikan keyakinan kepada pelanggan atau pengguna data, bahwa data yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu. Dalam pengujian kualitas air, penerapan grafik-X dan grafik-R merupakan salah satu cara dalam upaya pengendalian mutu data hasil pengujian. Tujuan dari penerapan grafik-X dan grafik-R dalam pengujian kualitas air adalah untuk mengendalikan data kualitas air, sehingga dapat menjamin kehandalan dan keabsahan data yang dilaporkan. Grafik-X merupakan grafik kendali mutu akurasi yang menggambarkan hubungan antara persen akurasi dari larutan standar dengan waktu pengujian selama periode tertentu. Grafik-R merupakan grafik kendali mutu presisi hasil pengujian dari replika contoh atau beberapa kali pengulangan pada periode tertentu. Sebagai contoh diberikan contoh grafik kendali akurasi dan grafik kendali presisi dari hasil pengujian parameter nikel (Ni). Pada grafik-X, akurasi yang baik merupakan data yang berada pada batas antara ± 2 sd (standar deviasi), data yang diperingatkan bila berada diluar ± 2 sd, tetapi berada pada ± 3 sd, dan data yang ditolak (outlier) jika berada diluar ± 3 sd. Pada grafik-R, presisi yang baik, jika data berada dibawah antara ± 2 sd atau dibawah garis Upper Warning Limit (UWL).

Kata kunci: Grafik Kendali Mutu, grafik-X, grafik-R

Abstract

Application of X-Chart and R-Chart as a Chart Control for Water Quality Testing

Quality assurance is one of the technical requirements that include in the quality management system based on ISO/IEC 17025:2005. Quality assurance is a planned and systematic activity that applied in analysis, so that giving confidence to the customer or data user that it is fulfil the rules of quality. In water quality analysis, X-chart and R-chart applications is one of the way in the effort of data analysis result quality control. The purpose of applying X-chart and R-chart in water quality analysis for controlling water quality data, so that can guaranteed the ealibility and data that report. X-chart is accuracy of quality control which describe the relation between percent from standard solution with time of analysis during specified period. R-chart is precision of quality control analysis result from samples replica or several repetitions in specified period. In this paper give an example to make accurately and precisely control chart from the analysis result of metal parameter Nickel (Ni). For the X-chart, good data for acceptable is data that present in limit between data ± 2 sd (standard deviation), data that warned when present out of the data ± 2 sd but present in data ± 3 sd, and data that present out of data. For the R-chart, good data for acceptable if it is data that present in limit between data ± 2 sd or under lines Upper Warning Limit (UWL).

Keywords: Quality control chart, X-chart, R-chart

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak diberlakukannya standar sistem mutu ISO/IEC 17025: 2005 yang menggantikan ISO/IEC 17025: 1999, terjadi perubahan persyaratan teknis Jaminan Mutu hasil analisis pada sub klausul 5.9.2 yang menyatakan data pengendalian mutu harus dianalisis dan, bila ditemukan berada di luar kriteria, tindakan tertentu harus dilakukan untuk mengoreksi permasalahan dan mencegah pelaporan hasil yang salah.

Jaminan mutu (*quality assurance*) dapat diartikan sebagai bagian dari manajemen mutu yang memberikan keyakinan bahwa persyaratan mutu akan dipenuhi. Hal ini dapat diartikan bahwa jaminan mutu pengujian adalah melakukan kegiatan yang sistematis dan terencana yang diterapkan dalam, sehingga dapat memberikan keyakinan kepada pelanggan atau pengguna bahwa data yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu yang telah ditentukan.

Pengendalian mutu (*quality control*) merupakan bagian dari manajemen mutu untuk memenuhi persyaratan mutu.

Pada sistem mutu ISO/IEC 17025 : 2005, pada sub klausul 5.9.1 dinyatakan bahwa laboratorium harus mempunyai prosedur pengendalian mutu untuk memantau keabsahan pengujian dan kalibrasi yang dilakukan. Data yang dihasilkan harus direkam sedemikian rupa sehingga semua kecenderungan dapat dideteksi dan bila memungkinkan teknik statistik harus diterapkan pada pengkajian hasil pengujian.

Permasalahan yang sering terjadi dalam mengevaluasi hasil pengujian adalah keandalan data yang mencakup ketepatan (akurasi) dan ketelitian (presisi) dari data yang dilaporkan.

Tujuan dari penerapan grafik-X dan grafik-R sebagai kendali mutu data dalam pengujian kualitas air, sehingga dapat menjamin keandalan dan keabsahan data yang diperoleh.

Penetapan kriteria dalam pengendalian mutu di laboratorium dilakukan dengan cara membuat grafik kendali (*control chart*) seperti banyak dilakukan dalam pengendalian proses produksi di Industri, sedangkan di laboratorium data hasil pengujian dapat dianggap sebagai suatu produksi dari laboratorium.

1.2 Jaminan Mutu

Jaminan mutu (*quality assurance*) merupakan tahapan kegiatan yang menyeluruh secara sistematis yang diterapkan dalam pengujian sehingga data yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu. Jaminan mutu terdiri atas dua kegiatan yang saling berhubungan yaitu pengendalian mutu dan penilaian mutu. Jaminan mutu akan dapat terlaksana dengan baik bila didukung oleh sumber daya manusia atau personel yang berkompeten, kondisi dan lingkungan laboratorium/tempat kerja yang baik, metoda uji yang memadai dan divalidasi, peralatan, bahan acuan yang tertelusur, pengambilan dan pengelolaan contoh uji yang baik. Program jaminan mutu yaitu memantau efektifitas program pengendalian mutu dan mengevaluasi statistik mutu dari data yang dihasilkan.

Pengendalian mutu (*quality control*) merupakan yaitu suatu tahapan untuk mengevaluasi aspek teknis pengujian. Dalam praktiknya pengendalian mutu dilakukan untuk pemantauan, pemeriksaan dan pengendalian data hasil analisis untuk memastikan bahwa sistem manajemen mutu pengujian telah berjalan secara baik dan benar.

Pengendalian mutu dilakukan dengan pengujian internal maupun eksternal. Yang antara lain meliputi repetibilitas pengujian, membuat grafik kendali (*control charts*), uji banding antar personel, uji profisiensi,

keteraturan penggunaan bahan standar bersertifikat (SRM/CRM).

2. PEMBUATAN GRAFIK KENDALI

Grafik kendali diperoleh dengan menggambarkan konsentrasi hasil pengukur dari larutan standar sebagai sumbu vertikal dan sederetan pengamatan berulang selama waktu tertentu sebagai sumbu horizontal.

Ada beberapa jenis grafik kendali yang dapat digunakan, tetapi untuk laboratorium pengujian kimia biasanya menggunakan grafik X (untuk kendali akurasi) dan grafik R (untuk kendali presisi). Grafik X menggambarkan apakah suatu hasil pengukuran rata-rata dalam keadaan terkendali, yaitu jika datanya berada dalam kriteria $X \pm 2 Sd$. (Sd = Standard deviasi = simpangan baku yang dihitung dari sejumlah pengulangan). Sedangkan grafik R menggambarkan apakah pengukuran dalam keadaan terkendali, yaitu jika $R < UWL$. Nilai R = pengulangan pengukuran, adalah perbedaan absolut antara nilai tertinggi dan terendah.

2.1 Grafik X

Grafik ini biasanya digunakan untuk kendali akurasi atau rekovery. Grafik dibuat berdasarkan data beberapa pengukuran, yaitu minimum 12 data.

Grafik kendali mutu akurasi dibuat dengan menggambarkan konsentrasi (kadar) atau persentase akurasi atau rekovery dari larutan standar sebagai sumbu vertikal dan pengamatan atau pengujian berulang selama waktu (periode) tertentu sebagai sumbu horisontal. Dari data yang terkumpul, dihitung nilai rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi (Sd). Nilai rata-rata = \bar{x} , yang juga merupakan garis tengah atau nilai target dari standar baku acuan bersertifikat (Certificate References Material, CRM). Setelah itu dihitung batas kendali atas (*Upper Control Limit, UCL*) dan batas kendali bawah (*Lower Control Limit, LCL*) dari standar deviasi yang didapatkan.

Sedangkan batas % akurasi/rekovery yang dapat diterima bergantung dari metode dan parameter pengujian, yang pada umumnya adalah antara 85 - 115%.

Nilai rata-rata dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi \dots\dots\dots 1$$

Standar deviasi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$sd = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{xi - \bar{x}}{n-1} \right)} \dots\dots\dots 2$$

dengan keterangan:

- sd = standar deviasi
- x = rata-rata pengujian
- x_i = pengujian ke-n pengulangan
- n = jumlah pengulangan pengujian

Batas dari kendalinya ditentukan sebagai berikut:

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit, UCL*);
 $UCL = \bar{X} + 3sd$
- Batas Peringatan Atas (*Upper Warning Limit, UWL*);
 $UWL = \bar{X} + 2sd$
- Batas Peringatan Bawah (*Lower Warning Limit, LWL*);
 $LWL = \bar{X} - 2sd$
- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit, LCL*);
 $LCL = \bar{X} - 3sd$

Pada penelitian ini grafik kendali dibuat dari data akurasi logam nikel berdasarkan persen rekovery contoh air yang ditambahkan spike (konsentrasi larutan standar yang ditambahkan dengan konsentrasi tertentu ke dalam contoh air). Data diperoleh dari beberapa personel dalam waktu yang berbeda. Perhitungan persentase (%) Rekovery adalah sebagai berikut:

$$\% re cov eri = \frac{(C1 + C2) - (C1)x100}{C2} \dots\dots\dots 3$$

Dengan keterangan:

- C₁ + C₂ = Jumlah konsentrasi contoh air alami dan spike
- C₂ = Konsentrasi spike

2.2 Grafik R

Untuk mengetahui presisi atau ketelitian hasil pengujian, maka dilakukan pengulangan pengujian atau replika untuk contoh uji yang sama. Pengulangan atau repitibilitas dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi

teknisi, tingkat kesulitan metode, dan kesesuaian metode pengujian dengan contoh uji dengan alat yang digunakan. Jika pengulangan pengujian dilakukan secara duplo, maka presisi dihitung berdasarkan nilai RPD (*Relative Percent Difference*), yaitu:

$$\% RPD = \frac{X1 - X2}{(X1 + X2)/2} X 100 \dots\dots\dots 4$$

dengan keterangan :

- RPD = *Relative Percent Difference*
- x₁ = pengujian ke-1
- x₂ = pengujian ke-2

Tetapi jika pengujian atau kalibrasi dilakukan lebih dari dua kali pengulangan (minimal 5 x pengulangan), replika dihitung berdasarkan nilai RSD (*Relative Standard Deviation*), yaitu:

$$\% RSD = \frac{SD}{\bar{X}} X 100 \dots\dots\dots 5$$

dengan keterangan:

- RSD = *Relative Standard Deviation*
- Sd = Standar deviasi
- X = rata-rata pengujian

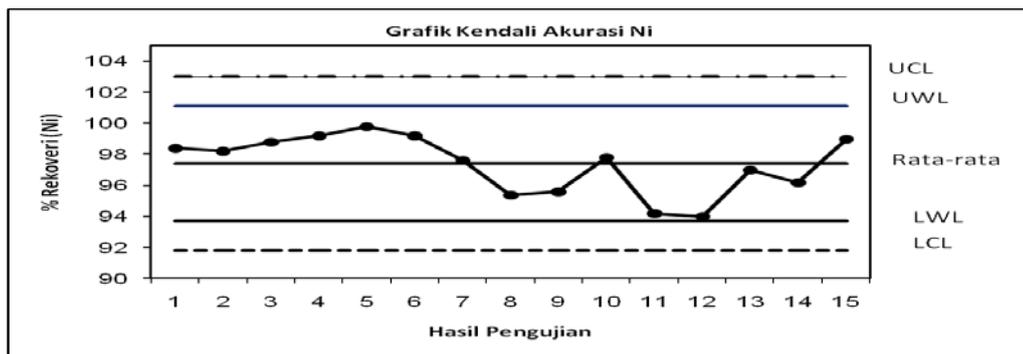
Grafik dibuat berdasarkan data pengulangan duplo atau pengulangan beberapa kali. Nilai selisih mutlak dari pengukuran duplo yang secara berurutan dihitung sebagai % RPD. R merupakan selisih rata-rata yang berhubungan erat dengan standar deviasi (Sd) dari pengujian. beberapa pengukuran, yaitu minimum 12 data dan optimum 30 data.

Batas dari kendalinya ditentukan sebagai berikut:

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit, UCL*);
 $UCL = 3,267R$
- Batas Peringatan Atas (*Upper Warning Limit, UWL*);
 $UWL = 2,512R$
- Batas Peringatan Bawah (*Lower Warning Limit, LWL*);
 $LWL = 0$
- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit, LCL*);
 $LCL = 0$

Tabel 1 Data Akurasi Hasil Pengujian Ni di dalam Air Limbah

No	Contoh (mg/L) (C1)	Contoh + spike (0,25 mg/L) (C1 + C2)		Rata2	% Rek
		1	2		
1	0,022	0,269	0,267	0,268	98,4
2	0,024	0,270	0,269	0,270	98,2
3	0,023	0,271	0,269	0,270	98,8
4	0,030	0,279	0,277	0,278	99,2
5	0,023	0,273	0,272	0,273	99,8
6	0,010	0,259	0,257	0,258	99,2
7	0,015	0,260	0,258	0,259	97,6
8	0,020	0,259	0,258	0,259	95,4
9	0,025	0,265	0,263	0,264	95,6
10	0,020	0,266	0,263	0,265	97,8
11	0,030	0,267	0,264	0,266	94,2
12	0,032	0,268	0,266	0,267	94,0
13	0,027	0,271	0,268	0,270	97,0
14	0,026	0,268	0,265	0,267	96,2
15	0,025	0,274	0,271	0,273	99,0



Gambar 1 Grafik Kendali Akurasi Parameter Nikel (Ni)

3. GRAFIK KENDALI DAN PEMBAHASAN

berulang-ulang dalam waktu tertentu dan dilakukan oleh banyak analis, teknisi atau personal laboratorium.

3.1 Grafik Kendali Akurasi

Sebagai contoh grafik kendali akurasi atau rekoveri dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Pembuatan grafik kendali akurasi logam nikel ini berdasarkan persen rekoveri yaitu contoh air yang ditambahkan spike. Data pengujian ini diperoleh dari beberapa teknisi dalam waktu yang berbeda-beda.

3.3 Interpretasi Data dari Grafik Kendali

Untuk interpretasi grafik kendali akurasi, yaitu apabila data berada diantara garis LWL dan UWL berarti data tersebut diterima, jika data berada pada garis diantara LWL-LCL dan UWL-UCL berarti data meragukan atau diperingatkan, dan jika data berada diluar garis LCL dan UCL, berarti data tersebut ditolak (*outlier*).

3.2 Grafik Kendali Presisi

Sebagai contoh grafik kendali presisi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2. di bawah ini.

Batas % akurasi/rekoveri yang dapat diterima bergantung dari metode dan parameter pengujian, yang pada umumnya adalah antara 85 - 115%. (SNI 2004).

Pembuatan grafik kendali presisi dari logam Nikel (Ni) ini, berdasarkan data persen RPD contoh yang ditambahkan spike. yang dibaca secara duplo, dan dilakukan secara

Untuk interpretasi grafik kendali presisi, yaitu apabila data berada dibawah garis UWL berarti data tersebut diterima, jika data berada pada garis diantara UWL - UCL berarti data

tersebut meragukan atau diperingatkan, dan jika data berada diluar garis UCL, berarti data tersebut ditolak (outlier).

Batas % RPD yang dapat diterima bergantung dari metode dan parameter

pengujian, yang pada umumnya adalah antara <10. (SNI 2004).

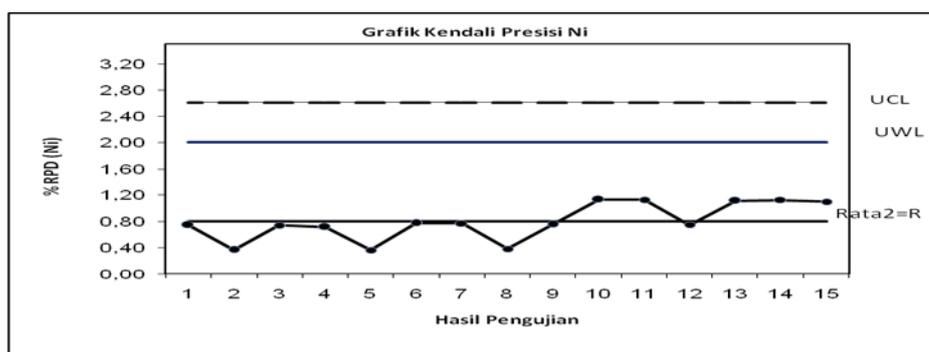
Jadi batas-batas garis dan persen yang telah ditentukan diatas selanjutnya dapat digunakan untuk mengendalikan kinerja laboratorium.

Tabel 2 Data Presisi Hasil Pengujian Ni di dalam Air Limbah

No.	Contoh (mg/L)	Contoh + (spike = 0.25 mg/L)		Selisih	% RPD
		1	2		
1	0,022	0,269	0,267	0,002	0,75
2	0,024	0,270	0,269	0,001	0,37
3	0,023	0,271	0,269	0,002	0,74
4	0,030	0,279	0,277	0,002	0,72
5	0,023	0,273	0,272	0,001	0,37
6	0,010	0,259	0,257	0,002	0,78
7	0,015	0,260	0,258	0,002	0,77
8	0,020	0,259	0,258	0,001	0,39
9	0,025	0,265	0,263	0,002	0,76
10	0,020	0,266	0,263	0,003	1,13
11	0,030	0,267	0,264	0,003	1,13
12	0,032	0,268	0,266	0,002	0,75
13	0,027	0,271	0,268	0,003	1,11
14	0,026	0,268	0,265	0,003	1,13
10	0,025	0,274	0,271	0,003	1,10

Rata2=R 0,80

Batas Kendali Atas UCL = 3.267 R = 3.267 x 0.80 = 2.61
 Batas Peringatan Bawah LWL = 0
 Batas Peringatan Atas UWL = 2.512 R = 2.512 x 0.80 = 2.01
 Batas Kendali Bawah LCL = 0



Gambar 2 Grafik Kendali Presisi Parameter Nikel (Ni)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- Grafik kendali sangat berguna untuk mengendalikan mutu hasil pengujian secara internal, unjuk kemampuan mutu dan profisiensi dari laboratorium kepada

pelanggan, auditor, dan untuk digunakan sebagai uji kompetensi (kemampuan) dari teknisi laboratorium dalam pengujian. Selain itu dapat di gunakan untuk pengecekan kesalahan pengujian secara cepat.

- Data akurasi yang dapat diterima (baik), bila data tersebut berada pada $\pm 2 S_d$, yaitu pada batas antara UWL dan LWL.
- Data akurasi diperingatkan bila data berada pada $\pm 3 S_d$, yaitu pada batas antara UCL dan LCL.
- Data akurasi ditolak (outlier), bila data berada diluar $\pm 3 S_d$, yaitu berada diluar batas UCL dan LCL.
- Data presisi yang dapat diterima bila berada dibawah garis UWL , jika berada pada garis UWL - UCL berarti data diragukan, dan jika berada pada garis diluar UCL berarti data ditolak.

4.2 Saran

- Untuk mendapatkan data yang baik dan benar, maka setiap laboratorium pengujian disarankan untuk menerapkan grafik -X dan grafik-R dalam setiap pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association, AWWA, WPCF, (2005): *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*, 21 th. Edition, Washington D.C
- Anonimous, (2006): *Kebijakan KAN Tentang Tata Cara Penyesuaian Persyaratan Akreditasi dari SNI 19-17025:2000 ke ISO/IEC 17025: 2005*, Jakarta
- Hadi, A. (2007): *Pemahaman dan Penerapan ISO/IEC 17025 : 2005.Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Taylor, J.K, (1987): *Quality Assurance of Chemical Measurement*. Lewis Publisher A CRC Press Company, Boca Raton, London, New York, Washington DC
- The National Laboratory For Environmental Testing, (2000): *Manual of Analytical Methods Volume I, Mayor Ion and Nutrients*. Canada Centre for Inland. Burlington, Ontario
- Tahid, (2006): "Grafik Pengendali Sarana Untuk Peningkatan Mutu Hasil Uji Laboratorium Pengujian". *Warta Kimia Analitik*, No. 15 Tahun XII, Bandung