

Partisipasi Uji Profisiensi Untuk Peningkatan Kepercayaan Terhadap Laboratorium

Harjito

Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan, Fakultas Geografi
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Email: harjito@ugm.ac.id

Abstrak

Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada merupakan laboratorium yang sudah terakreditasi oleh Komite Akreditasi (KAN) sejak tahun 2010. Dalam rangka menjamin hasil pengujian laboratorium ini mengikuti uji profisiensi air untuk parameter pH, kekeruhan, Klorida dan Kesadahan Keikutsertaan uji profisiensi ini memiliki tujuan untuk mengetahui unjuk kerja ruang lingkup parameter yang sudah diakreditasi. Unjuk kerja setiap laboratorium dinilai berdasarkan Z-Score yang diperoleh laboratorium tersebut. Berdasarkan kriteria Z Score, unjuk kerja laboratorium dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu memuaskan, diperingatkan, dan tidak memuaskan. Hasil uji menunjukkan bahwa untuk parameter pH terdapat 16 peserta (84,21%) kategori memuaskan, 2 peserta diperingatkan (10,53%) dan 1 peserta tidak memuaskan (5,25%) Untuk parameter Kekeruhan semua peserta termasuk kategori memuaskan (100%). Untuk parameter Klorida terdapat 14 peserta (77,78%) kategori memuaskan, 2 peserta diperingatkan (11,11%) dan 2 peserta tidak memuaskan (11,11%). Untuk parameter Kesadahan terdapat 15 peserta (83,33%) kategori memuaskan, 2 peserta diperingatkan (11,11%) dan 1 peserta tidak memuaskan (5,56%). Performa peserta uji profisiensi menunjukkan bahwa sudah lebih dari 50% memiliki hasil kerja yang memuaskan dan salah satu diantaranya adalah Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.

Kata kunci: Partisipasi, Uji profisiensi, Laboratorium

Abstract

The Laboratory of Environmental Hydrology and Climatology, Faculty of Geography, Universitas Gadjah Mada is a laboratory that has been accredited by the Accreditation Committee (KAN) since 2010. In order to ensure that the results of this laboratory test follow the water proficiency test for parameters pH, turbidity, chloride and hardness. The aim is to find out the performance of the accredited parameter scope. The performance of each laboratory is assessed based on the Z-Score obtained by the laboratory. Based on the Z Score criteria, laboratory performance can be categorized into three, namely satisfactory, warned, and unsatisfactory. The test results showed that for the pH parameter there were 16 participants (84.21%) in the satisfactory category, 2 participants were warned (10.53%) and 1 participant was not satisfied (5.25%). For the Turbidity parameter, all participants were in the satisfactory category (100%).). For the Chloride parameter, there were 14 participants (77.78%) in the satisfactory category, 2 participants were warned (11.11%) and 2 participants were not satisfied (11.11%). For the hardness parameter, there were 15 participants (83.33%) in the satisfactory category, 2 participants were warned (11.11%) and 1 participant was not satisfied (5.56%). The performance of the proficiency test participants showed that more than 50% had

satisfactory work results and one of them was the Environmental Hydrology and Climatology Laboratory, Faculty of Geography UGM.

Keywords: Participation, Proficiency Test, Laboratory

I. Pendahuluan

Keberadaan air bagi manusia untuk menunjang hidup dan kehidupannya merupakan sesuatu yang mutlak dibutuhkan, dan hal ini tidak dapat dipungkiri. Namun sejak beberapa dasawarsa terakhir ini keberadaan air sebagai suatu sumberdaya sudah mencapai titik kritis yang mengkhawatirkan banyak orang karena akan sangat mempengaruhi kehidupan manusia selanjutnya. Kerawanan atau kekritisian pemenuhan sumberdaya air telah terjadi tidak hanya dipandang dari sudut pandang ketimpangan antara jumlah ketersediaan yang semakin tak sepadan dengan kebutuhan (kuantitas) saja, tetapi kerawanan juga terjadi pula pada sudut pandang dan sebaran (distribusi) baik secara temporal maupun spasial. Masalah air telah mendapat perhatian yang tinggi tidak hanya skala lokal, nasional maupun regional tetapi sudah menjadi agenda global masyarakat dunia dengan dimasukkannya dalam tujuan pembangunan berkelanjutan dunia (Sustainable Development Goals/ SDGs). Dalam salah satu SDGs tersebut bertujuan tidak hanya membahas masalah-masalah yang berkaitan dengan air minum, sanitasi dan kebersihan, tetapi juga kualitas dan keberlanjutan sumber daya air di seluruh dunia.

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum (Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002). Fungsi air minum adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidrasi pada tubuh manusia. Hal ini dikarenakan tubuh manusia sebagian besarnya diliputi oleh cairan, oleh sebab itu kekurangan air atau yang dikenal dehidrasi dimungkinkan dapat menurunkan fungsi-fungsi dari tubuh itu sendiri. Namun, air yang dibutuhkan tubuh bukanlah air sembarangan, ada beberapa persyaratan yang mesti dipenuhi agar air yang dikonsumsi tersebut benar-benar layak dan aman. Syarat dasarnya adalah harus terbebas dari bakteri dan kuman serta terhindar dari kontaminasi zat-zat yang berbahaya diantaranya adalah parameter pH, kekeruhan, Klorida dan kesadahan.

Permasalahan yang sering terjadi adalah ketika dilakukan pengujian produk air minum, suatu analit berupa kontaminan tidak terdeteksi keberadaannya, atau walaupun dapat terdeteksi dengan kuantitas yang sangat kecil. Namun demikian ketika dilakukan pengujian ulang oleh laboratorium lain, ternyata keberadaan analit tersebut dapat terdeteksi, kadangkala dengan jumlah yang cukup besar.

Thompson (2006) menegaskan bahwa laboratorium yang telah diakreditasi oleh suatu badan akreditasi wajib ikut serta dalam program uji banding antar laboratorium/ uji profisiensi. Hasil yang didapat dari pelaksanaan uji profisiensi. tersebut akan dapat memberi gambaran terhadap kinerja laboratorium tersebut.

Uji profisiensi atau uji banding sering dijadikan sebagai suatu program untuk mengendalikan mutu eksternal laboratorium karena dengan metode membandingkan unjuk kerja pengujian suatu laboratorium terhadap populasi laboratorium, maka laboratorium dapat mengetahui akurasi dan presisi dalam suatu kumpulan hasil pengujian. Hasil ujiprofisiensi atau uji banding sangat membantu suatu laboratorium

dalam mengevaluasi atau menginvestigasi unjuk kerja pengujian (Ratnawati, Elis Sofianti dan Rhoito Frista, 2011)

Selama ini salah satu jaminan mutu hasil pengujian yang dilakukan oleh laboratorium yang diakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) adalah dengan melaksanakan uji banding antar laboratorium (uji profisiensi). Pendekatan yang sering digunakan sampai saat ini dalam menganalisis hasil uji profisiensi adalah melalui nilai konsensus hasil uji dari laboratorium pengujian yang mengikuti uji profisiensi. Pendekatan ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain apabila hasil uji dari laboratorium pengujian yang mengikuti uji profisiensi terlalu beragam ataupun apabila hasil uji dari laboratorium pengujian yang mengikuti uji profisiensi terjadi kesalahan jamak, maka evaluasi data dengan pendekatan ini menjadi sangat bias, dan kadangkala mengarah ke kesalahan (Uhlir, 2008).

Evaluasi hasil uji yang berbeda dapat menyebabkan interpretasi hasil uji profisiensi yang berbeda pula. Perbedaan pelaksanaan teknik evaluasi yang digunakan dapat mempengaruhi hasil, yang berarti berpengaruh pula terhadap penilaian terhadap laboratorium peserta (Pedro, 2007). Dengan uji profisiensi, suatu hasil uji dapat dinyatakan memuaskan atau tidak memuaskan. Keabsahan hasil uji profisiensi adalah sangat penting bagi seluruh pihak terkait. Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini difokuskan pada: bagaimana hasil yang diperoleh dalam berbagai teknik evaluasi yang digunakan dalam uji profisiensi antar laboratorium serta identifikasi unjuk kerja metode pengujian peserta.

II. Bahan dan Metode

Bahan penelitian mengambil data hasil uji profisiensi air ke-2 tahun 2021 yang diselenggarakan oleh Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik. Jumlah peserta uji profisiensi air ke-2 ini diikuti 19 laboratorium yang sudah terakreditasi maupun yang belum terakreditasi seluruh Indonesia. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan statistika untuk melakukan evaluasi terhadap hasil uji profisiensi. Tahapan evaluasi data menggunakan metode sebagai berikut:

- a. Metode evaluasi hasil uji 1: dilakukan seleksi Grubbs 1 kali saja, kemudian terhadap data yang tersisa dilakukan perhitungan Robust Zscore.
- b. Metode evaluasi hasil uji 2: dilakukan seleksi Grubbs berulang kali sampai tidak ada lagi data yg keluar, kemudian terhadap data yang tersisa dilakukan perhitungan Robust Z score.
- c. Metode evaluasi hasil uji 3: dilakukan evaluasi langsung menggunakan cara perhitungan Robust Z-score (ISO, 2005; IUPAC, 2006; Thompson, 2006).

Data uji profisiensi air dari laboratorium peserta di Indonesia direkap dan dilakukan beberapa teknik evaluasi data uji profisiensi, kemudian dilakukan analisis berdasarkan nilai Z score, CV Robust dan CV Horwitz. Metode pengujian yang digunakan oleh peserta uji profisiensi (Standar Nasional Indonesia /SNI dan metode pengujian lain), juga dianalisis unjuk kerjanya. Menurut Edelgard et al (2000) bahwa Z-score adalah perbandingan antara estimasi bias dan nilai target standar deviasi. Terdapat beberapa estimasi yang dapat digunakan untuk nilai target tersebut. Pedro R (2007) menyatakan bahwa Z-score adalah sebuah indikator kinerja dari setiap peserta uji profisiensi, tergantung pada interpretasinya, ditunjukkan sebagai memuaskan (satisfactory), diperingatkan (questionable) atau tidak memuaskan (outlier).

Robust Coefficient of Variation (CV Robust) adalah perbandingan antara simpangan standar dengan nilai rata-rata yang dinyatakan dengan persentase. Coefficient Variance berguna untuk melihat sebaran data dari rata-rata hitungannya (Thompson, 2006).

Horwitz Coefficient of Variation (CV Horwitz) adalah $2(1-0.5 \log C)$, dengan C adalah fraksi konsentrasi yang nilainya diambil dari nilai acuan. Pada analisis kandungan suatu analit yang relatif kecil, akan diperoleh koefisien variasi yang besar (CV Horwitz besar). Apabila dalam suatu uji profisiensi digunakan suatu sampel yang mempunyai kandungan analit dengan konsentrasi relatif kecil maka dapat diduga dari hasil uji profisiensi kemungkinan akan diperoleh unjuk kerja laboratorium yang kurang baik, mengingat keragaman atau koefisien variasi yang diperoleh akan relatif besar. Penilaian baik tidaknya CV yang diperoleh tergantung pada seberapa besar CV yang diijinkan (CV prediksi dari Horwitz). Kemudian juga dilakukan identifikasi metode pengujian baik menggunakan SNI maupun metode lain. Diidentifikasi bagaimana kinerja yang diperoleh, terutama untuk metode pengujian dengan menggunakan SNI.

Data yang telah diolah kemudian disajikan dan dianalisa menggunakan Grafik Z-Score, diagram Youden, dan grafik ketidakpastian. Unjuk kerja setiap laboratorium dinilai berdasarkan Z-Score yang diperoleh laboratorium tersebut. Berdasarkan kriteria Z Score, unjuk kerja laboratorium dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu memuaskan, diperingatkan, dan tidak memuaskan. Laboratorium yang memberikan hasil pengujian dengan nilai Z score antara -2 dan 2 ($0 < |Z| < 2$) dinyatakan masuk pada kriteria yang ditetapkan atau memuaskan. Laboratorium yang memberikan hasil pengujian dengan nilai Z Score antara -3 dan -2 atau antara 2 dan 3 ($2 < |Z| < 3$) dinyatakan sebagai diperingatkan. Sedangkan laboratorium dengan nilai $Z > 3$ atau $Z < -3$ ($|Z| > 3$) dinyatakan sebagai tidak memuaskan.

III. Hasil dan Pembahasan

Jumlah peserta uji profisiensi ini sebanyak 19 laboratorium yang sudah terakreditasi maupun yang belum terakreditasi dan Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada termasuk yang mengikuti dengan jumlah parameter sebanyak 4, yaitu Derajat Keasaman (pH), Klorida, Kesadahan dan Kekeruhan. Keempat parameter ini merupakan lingkup parameter yang sudah terakreditasi, sehingga dalam rangka menjamin mutu hasil pengujian laboratorium perlu ikut berpartisipasi dalam uji profisiensi. Langkah awal sebelum melakukan evaluasi hasil uji profisiensi yaitu menghitung koefisien Horwitz. Apabila dalam suatu uji profisiensi digunakan suatu sampel yang mempunyai kandungan analit dengan konsentrasi relatif kecil maka dapat diduga dari hasil uji profisiensi kemungkinan akan diperoleh unjuk kerja laboratorium yang kurang baik, mengingat keragaman atau koefisien variasi yang diperoleh akan relatif besar. Penilaian baik tidaknya CV yang diperoleh tergantung pada seberapa besar CV yang diijinkan (CV prediksi dari Horwitz). Kemudian juga dilakukan identifikasi metode pengujian baik menggunakan SNI maupun metode lain. Diidentifikasi bagaimana kinerja yang diperoleh, terutama untuk metode pengujian dengan menggunakan SNI.

Berdasarkan perhitungan maka dibuat ringkasan data jumlah peserta, assigned value (x^*), standar deviasi (s^*), koefisien varian (%CV), minimum data, maksimum data dan range. Data hasil perhitungan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Perhitungan

	pH	Kekeruhan	Khlorida	Kesadahan
Jumlah data	19	19	19	19
assigned value	7,47	30,5	57,30	127,47
SDPA (σ_{pt} atau s^*)	0,1	6,53	4,3	26,23
%CV	2,12	19,92	12,07	28,64
Maks	8	39,9	82	158,79
Min	7,18	19,4	44,25	32
Rentang	0,82	20,5	37,75	126,79

Sumber: Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik, 2021

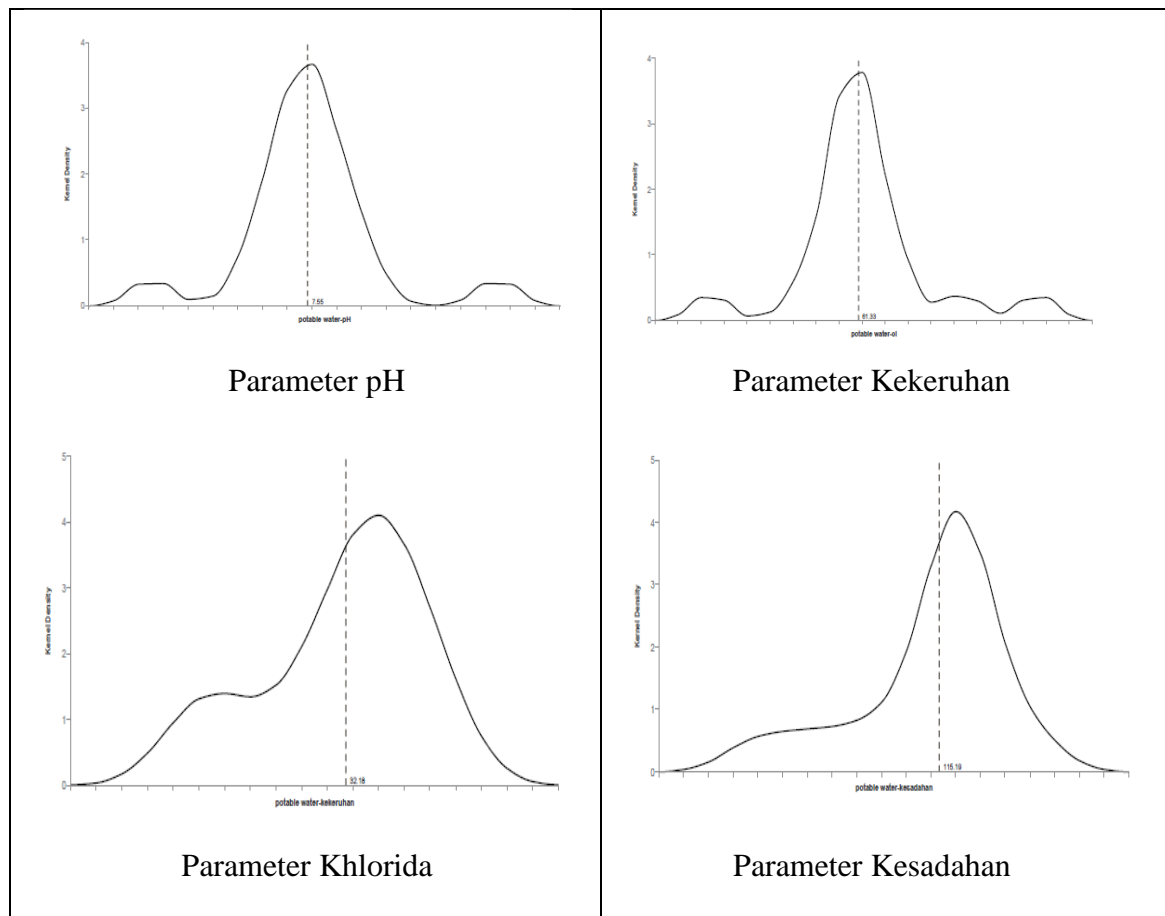
Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa parameter uji profisiensi dengan jumlah peserta 19 laboratorium menunjukkan nilai assigned value lebih besar dari koefisien Horwitz (%CV), artinya bahwa sampel yang mempunyai kandungan analit dengan konsentrasi relatif kecil dari hasil uji profisiensi diperoleh unjuk kerja laboratorium baik. Langkah berikutnya melakukan identifikasi metode pengujian baik menggunakan SNI maupun metode lain. Identifikasi metode ini dilakukan untuk menilai kinerja yang diperoleh, terutama untuk metode pengujian dengan menggunakan SNI. Menurut data jumlah peserta uji profisiensi menggunakan metode SNI dan metode lainnya, data peserta beserta metodenya disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Metode uji

Metode	pH	%	Kekeruhan	%	Khlorida	%	Kesadahan	%
APHA	1	5	2	10	4	21	4	22,22
SNI	18	95	14	74	12	63	13	72,22
AWWA	-	-	1	5	-	-	-	-
Turbidimeter	-	-	2	10	-	-	-	-
Spektrofotometer	-	-	-	-	1	5	-	-
Lain-lain	-	-	-	-	2	10	1	5,56

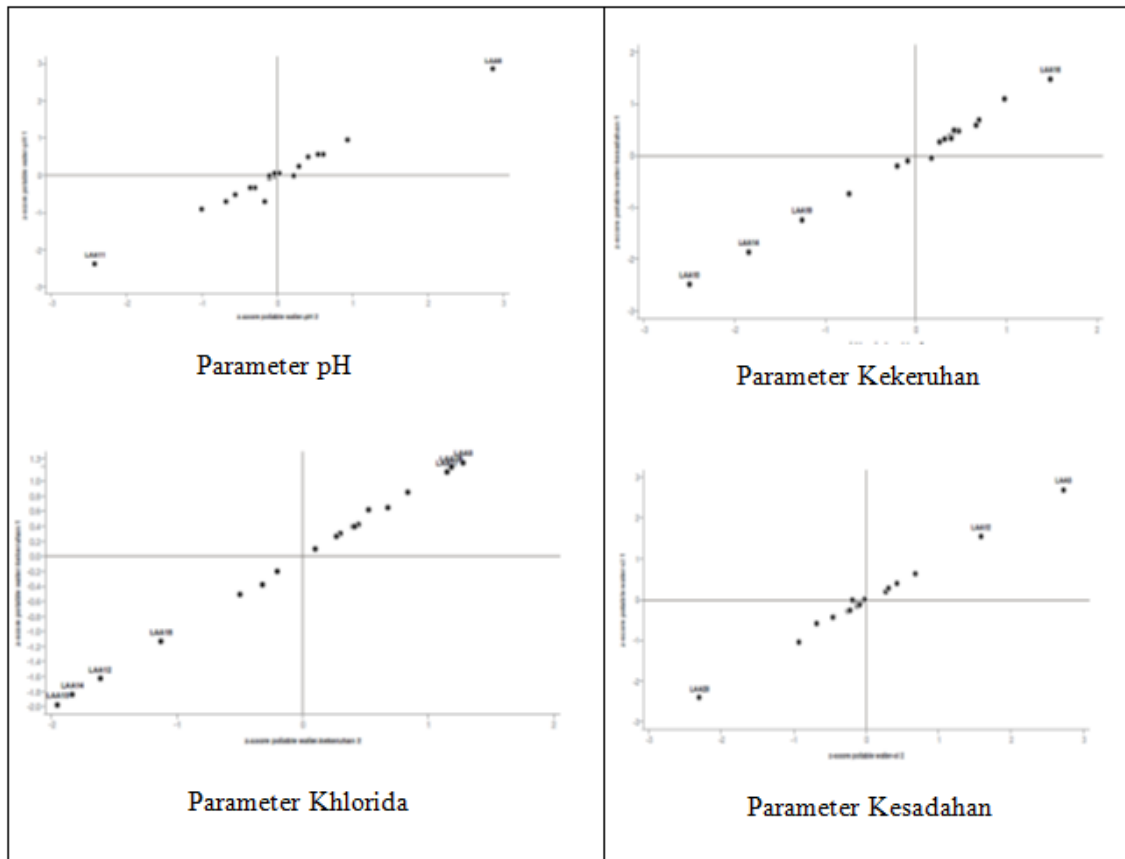
Sumber: Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik, 2021

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa dari 4 (empat) parameter uji profisiensi sebagian besar peserta menggunakan metode uji SNI dan sebagian peserta menggunakan metode uji lainnya. Melihat metode uji yang digunakan terutama SNI dari sebagian besar peserta uji profisiensi bisa dikatakan bahwa metode tersebut dapat menghasilkan hasil uji yang baik. Proses analisis selanjutnya membuat grafik distribusi peserta uji profisiensi menggunakan diagram Kamel, grafik distribusi diagram Kamel disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Kamel parameter pH, Kekeruhan, Khlorida dan Kesadahan
Sumber: Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik Indonesia 2021

Berdasarkan diagram Kamel diatas terlihat bahwa semua peserta uji profisiensi untuk semua parameter menunjukkan distribusi normal, sehingga data tersebut bisa dilanjutkan untuk mengolah data selanjutnya. Proses analisis selanjutnya dengan membuat grafik Youden, grafik Youden digunakan untuk menilai apakah hasil laboratorium peserta uji profisiensi memiliki kesalahan random atau sistematis. Bila peserta tidak mengikuti metode pengujian secara benar, maka hasil yang dinyatakan sebagai titik pada diagram Youden akan jatuh di kuadran kiri bawah dan kanan atas yang jauh dari nilai tengah kuadran tersebut dan jauh dari titik populasinya. Hasil tersebut menunjukkan adanya kesalahan sistematis. Sedangkan apabila titik data peserta jatuh jauh pada kuadran kiri atas dan kanan bawah maka dapat dinyatakan bahwa peserta memiliki presisi atau pengulangan yang lebih besar dari peserta pada umumnya atau sering disebut dengan kesalahan acak. Data peserta uji profisiensi disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Youden parameter pH, Kekeruhan, Khlorida dan Kesadahan
Sumber: Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik Indonesia 2021

Berdasarkan grafik Youden diatas hampir semua peserta termasuk Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada tidak memiliki kesalahan acak maupun sistematis karena grafik Youden terlihat jatuh di kuadran kiri bawah dan kanan atas yang jauh dari nilai tengah kuadran tersebut dan jauh dari titik populasinya. Langkah terakhir dari uji profisiensi ini yaitu mengevaluasi kinerja labaratorium dengan melihat hasil uji yang dilaporkan. Evaluasi ini dilakukan untuk menilai performa masing-masing peserta berdasarkan nilai Z-Score, sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya. Berdasarkan kriteria Z Score, unjuk kerja laboratorium dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu memuaskan, diperingatkan, dan tidak memuaskan. Data hasil pengujian peserta uji profisiensi disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Data hasil uji peserta

No	Kode lab	Hasil Uji			
		pH	Kekeruhan	Khlorida	Kesadahan
1	LAA 1	Memuaskan	Memuaskan	Peringatan	Memuaskan
2	LAA 2	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
3	LAA 3	Memuaskan	Memuaskan	Tidak memuaskan	Tidak melaporkan
4	LAA 5	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
5	LAA 6	Tidak memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
6	LAA 7	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan

7	LAA 8	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
8	LAA 9	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
9	LAA 10	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Tidak memuaskan
10	LAA 11	Peringatan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
11	LAA 12	Peringatan	Memuaskan	Tidak memuaskan	Memuaskan
12	LAA 13	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
13	LAA 14	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Peringatan
14	LAA 15	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
15	LAA 16	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
16	LAA 17*	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
17	LAA 18	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan
18	LAA 19	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Peringatan
19	LAA 20	Memuaskan	Memuaskan	Peringatan	Memuaskan

Sumber: Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik Indonesia 2021

Keterangan *: LAA17 kode Lab.Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fak.Geografi UGM

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa untuk parameter pH dari 19 peserta uji profisiensi ada 1 laboratorium yang termasuk kategori tidak memuaskan, 2 peringatan dan 16 peserta memuaskan, untuk parameter kekeruhan semua peserta termasuk kategori memuaskan. Sedangkan parameter Khlorida terdapat 2 peserta termasuk kategori tidak memuaskan, 2 peserta diperingatkan dan 15 peseta memuaskan. Untuk parameter Kesadahan terdapat 1 peserta tidak melaporkan data, 2 peserta termasuk kategori tidak memuaskan, 2 peserta diperingatkan dan 14 peserta memuaskan. Dalam pelaksanaan uji profisiensi air ke-2 tahun2021 partisipasi Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fak.Geografi UGM dari semua parameter yang diikuti yaitu pH, Kekeruhan, Khlorida dan Kesadahan termasuk kategori memuaskan, artinya unjuk kerja laboratorium ini baik.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan pustaka dan pembahasan maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan partisipasi uji profisiensi sebagai berikut:

- Untuk parameter pH terdapat 16 peserta (84,21%) kategori memuaskan, 2 peseta diperingatkan (10,53%) dan 1 peserta tidak memuaskan (5,25%)
- Untuk parameter Kekeruhan semua peserta termasuk kategori memuaskan (100%)
- Untuk parameter Khlorida terdapat 14 peserta (77,78%) kategori memuaskan, 2 peseta diperingatkan (11,11%) dan 2 peserta tidak memuaskan (11,11%)
- Untuk parameter Kesadahan terdapat 15 peserta (83,33%) kategori memuaskan, 2 peseta diperingatkan (11,11%) dan 1 peserta tidak memuaskan (5,56%)
- Performa peserta uji profisiensi menunjukkan bahwa sudah lebih dari 50% memiliki hasil kerja yang memuaskan dan salah satu diantaranya adalah Laboratorium Hidrologi dan Klimatologi Lingkungan Fakultas Geografi UGM.

V. Saran

Peserta yang mendapatkan z score lebih dari |3| sebaiknya mempertimbangkan untuk melakukan investigasi untuk peluang peningkatan laboratorium. Para peserta direkomendasikan untuk memastikan..

1. Metode pengujian

Suatu laboratorium yang menggunakan test kit untuk pengujiannya harus memperhatikan keakuratan pengujian tersebut. Sehingga sebelum dilakukan pengujian, laboratorium harus melakukan validasi metode untuk mengetahui kinerja internalnya.

2. Personil

Walaupun secara teknis personel laboratorium memiliki kompetensi untuk melakukan pengujian, namun personel tersebut harus mengetahui kebutuhan pelanggan terkait dengan permintaan khusus seperti pelaporan faktor pengenceran.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002. Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum.
- [2] Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik, 2021. Laporan Hasil Uji Profisiensi Air ke-2 Tahun 2021. Bandung: B4T
- [3] Edelgard Hund, D. Luc Massart. Johanna Smeyers-Verbeke. (2000). Interlaboratory Studies in Analytical Chemistry. *Analitica Chimica Acta* 423 (2000) 145-165
- [4] [ISO] International Organization for Standardization. (2005). ISO/IEC 13528:2005: Statistical Methods for Use in Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons. Switzerland. ISO.
- [5] [IUPAC] International Union of Pure and Applied Chemistry. (2006). The International Harmonized Protocol for The Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories. *Pure Appl. Chem.*, Vol. 78, No. 1, pp. 145–196, 2006.
- [6] Pedro Rosario, Jose Luis Martinez, Jose Miguel. (2007). Evaluation of Proficiency Test Data by Different Statistical Methods Comparison. *International Proficiency Testing 1*: 95-104.
- [7] Ratnawati, Elis Sofianti dan Rhoito Frista, 2011. Penerapan Sistem Uji Profisiensi Untuk Produk Semen. Balai Besar Barang dan Bahan Teknik Kementerian Perdagangan Republik. Bandung
- [8] Thompson (2006) Fitness for Purpose – The Integrating Theme of The Revised Harmonised Protocol for Proficiency Testing in Analytical Chemistry Laboratories. *Accreditation Quality Assurance* 11: 373-378.
- [9] Uhlig S. (2008). Statistical-Based Performance Characteristics in Laboratory Performance Studies. *Analyst* 123:167-17.