

UJI PROFISIENSI EMISI GAS MENGGUNAKAN GAS ANALYZER SESUAI PRINSIP-PRINSIP ISO/IEC 17043 DAN ISO 13528

PROFICIENCY TESTING FOR GAS EMISSIONS USING GAS ANALYZER COMPLY WITH THE PRINCIPLES OF ISO/IEC 17043 AND ISO 13528

Anwar Hadi⁽¹⁾

(Diterima tanggal 12-07-2016; Disetujui tanggal 14-10-2016)

ABSTRAK

Uji profisiensi merupakan salah satu cara untuk mengetahui unjuk kerja laboratorium dengan cara uji banding antar laboratorium. Program uji profisiensi gas emisi dengan menggunakan gas analyzer bertujuan untuk evaluasi kinerja laboratorium terkait pengukuran gas emisi dan memantau kinerja laboratorium secara berkelanjutan. Penyelenggaraan program uji profisiensi gas analyzer harus mengikuti kaidah-kaidah ISO/IEC 17043 yang meliputi antara lain, kesediaan laboratorium peserta uji profisiensi, penentuan kadar certified mixtures gas, pelaksanaan uji profisiensi, dan evaluasi statistik berdasarkan ISO 13528. Program uji profisiensi diikuti oleh 10 laboratorium peserta yang meliputi 7 laboratorium swasta dan 3 laboratorium pemerintah. Evaluasi uji profisiensi dengan menggunakan statistika Zscore menghasilkan bahwa 10 laboratorium peserta atau 90,9% memiliki nilai bobot lebih besar atau sama dengan 80% karena memiliki nilai $|Zscore| \leq 2$. Hal ini berarti bahwa 10 laboratorium peserta tersebut memuaskan untuk minimal 4 parameter gas. Dengan demikian, 10 laboratorium peserta tersebut dapat dinyatakan sukses mengikuti program uji profisiensi untuk pengukuran gas emisi menggunakan peralatan gas analyzer.

Kata kunci: laboratorium pengujian, uji profisiensi, evaluasi statistika Zscore, *gas analyzer*, ISO/IEC 17043, dan ISO/IEC 17025.

ABSTRACT

Proficiency testing is one way to find out the performance of the laboratory by means of interlaboratory comparison. Proficiency testing program for gas emissions using gas analyzer aimed at evaluating the performance of laboratory related measurement of gas emissions and to monitor laboratory performance on an ongoing basis. Implementation of the proficiency testing program must comply with ISO/IEC 17043, such as the willingness of laboratory participants, determination of assigned value of certified gas mixtures, the implementation of proficiency testing, and statistical evaluation based on ISO 13528. The proficiency testing program followed by 10 laboratory participants that consists of seven private laboratories and three government laboratories. Evaluation of the proficiency testing by using statistical Zscore produce that 10 laboratory participants or 90.9% have a value greater than or equal to 80% because it has $|Zscore| \leq 2$. This means that 10 laboratory participants are satisfactory for at least 4 parameters of gas. Finally, 10 laboratory participants may otherwise successful follow the proficiency testing program for gas emissions using gas analyzer.

Keywords: testing laboratory, proficiency testing, statistical evaluation Zscore, *gas analyzer*, ISO/IEC 17043, and ISO/IEC 17025.

PENDAHULUAN

Kompetensi laboratorium pengujian gas emisi menggunakan *gas analyzer* dapat dibuktikan dengan penerapan metode pengujian yang tervalidasi dengan menggunakan *certified*

span gas yang memiliki ketertelusuran ke sistem satuan internasional dengan rantai perbandingan yang tidak terputus. Selain itu, laboratorium pengujian juga harus

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan, Kawasan PUSPIPTEK Gedung 210, Serpong – Tangerang Provinsi Banten, 15310, Telp. 021-7560981, email: cak_war@yahoo.com

memenuhi persyaratan standar internasional yaitu *the International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC)* terkait persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi - ISO/IEC 17025. Butir 5.9 ISO/IEC 17025 tersebut menyatakan bahwa laboratorium harus memberikan jaminan mutu hasil pengujian melalui, antara lain partisipasi dalam uji banding antar laboratorium atau program uji profisiensi. Namun demikian, hingga saat ini belum banyak penyelenggara uji profisiensi yang kompeten. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu diselenggarakan uji profisiensi yang memenuhi prinsip-prinsip ISO/IEC 17043: 2010 “*Conformity Assessment - General Requirements for Proficiency Testing*” dan ISO 13528: 2005 “*Statistical Methods for Use in Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons*” [1-2].

Uji banding antar laboratorium adalah pengelolaan, unjuk kerja dan evaluasi pengujian atas bahan yang sama atau serupa oleh dua atau lebih laboratorium yang berbeda sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan terlebih dahulu. Sedangkan uji profisiensi merupakan salah satu cara untuk mengetahui unjuk kerja laboratorium pengujian dengan cara uji banding antar laboratorium. Secara umum uji banding antar laboratorium atau uji profisiensi dilakukan oleh laboratorium minimal sekali dalam setahun untuk perwakilan parameter sesuai lingkup pengujian atau kalibrasi.

Program uji profisiensi gas emisi ini diselenggarakan oleh laboratorium kalibrasi yang telah terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan nomor akreditasi LK-189-IDN. Sedangkan target peserta uji

profisiensi adalah laboratorium pengujian baik milik pemerintah maupun swasta yang rutin melakukan pemantauan gas emisi cerobong industri atau insinerator. Program uji profisiensi gas emisi, bertujuan untuk evaluasi kinerja laboratorium terkait pengukuran gas emisi dan memantau kinerja laboratorium secara berkelanjutan. Sedangkan hasil evaluasi unjuk kerja, dapat digunakan sebagai dasar untuk:

- a. mempertahankan status akreditasi laboratorium sesuai ISO/IEC 17025 pada saat survailen atau reakreditasi [3]; dan
- b. meningkatkan kredibilitas dan profesionalisme laboratorium serta menambah kepercayaan pelanggan laboratorium.

METODOLOGI

Penyelenggaraan program uji profisiensi gas emisi harus mengikuti kaidah-kaidah ISO/IEC 17043 yang meliputi antara lain, kesediaan laboratorium peserta, penentuan kadar *certified mixtures gas* (CSG) [4-8], pelaksanaan uji profisiensi, dan evaluasi statistik berdasarkan ISO 13528. Bahan uji profisiensi merupakan campuran gas tersertifikasi (*certified mixtures gas*) pada kadar tertentu yang tertelusur ke sistem satuan internasional (SI), yang dalam hal ini ketertelusurannya melalui Laboratorium Fisika Nasional di Inggris (*the UK - National Physical Laboratory Standards*) atau NPL. NPL secara internasional diakui dan disamakan langsung ke Institut Nasional untuk sStandar dan tTeknologi (*National Institute of Standard and Technology, NIST-USA*) di Amerika yang membuat pengukuran dan menetapkan standar industri dan program pemerintah [9].

Campuran gas tersertifikasi sebagai bahan uji profisiensi disiapkan secara komersial oleh *Scientific and Technical Gases Ltd – UK*. Adapun gas yang diukur dalam program uji profisiensi, sebagai berikut:

Jika laboratorium peserta berpartisipasi dalam program uji profisiensi untuk 5 gas sebagaimana dalam Tabel 1, maka penyelenggara uji profisiensi menyediakan 5 tabung gas yang masing-masing berisi campuran gas tersertifikasi pada kadar tertentu yang diukur di laboratorium penyelenggara. Masing-masing laboratorium peserta uji profisiensi mempersiapkan peralatan *gas analyzer* yang telah dikalibrasi dan laik pakai untuk digunakan mengukur campuran gas tersertifikasi. Pengulangan pengukuran campuran gas tersertifikasi dilakukan secara duplo dengan menggunakan metode pengukuran yang rutin digunakan oleh laboratorium peserta.

Peserta uji profisiensi harus melaporkan hasil simplo dan duplo serta rerata hasil pengukuran. Sehubungan dengan hal tersebut, laboratorium peserta harus melakukan verifikasi dan validasi data hasil pengukuran sebelum menyampaikan ke pihak penyelenggara uji profisiensi. Hasil uji profisiensi dilaporkan ke penyelenggara pada batas waktu yang telah ditentukan. Laboratorium peserta dapat menyertakan ketidakpastian diperluas dengan faktor cakupan $k = 2$ dengan tingkat

kepercayaan 95%. Perhitungan ketidakpastian dapat mengacu pada ISO/IEC 98-3 *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* [10-12].

Evaluasi kinerja peserta didasarkan pada nilai Z_{score} dengan rumus:

$$Z_{score} = \frac{x_i - X}{\sigma_{SDPA}} \quad (1)$$

- dimana: x_i = hasil rerata laboratorium peserta ke-i
 X = nilai *certified mixtures gas*
 σ_{SDPA} = simpangan baku asesmen profisiensi

Sedangkan evaluasi unjuk kerja laboratorium peserta memiliki kategori [1]:

- 1) $|Zscore| \leq 2$: memuaskan
- 2) $2 < |Zscore| < 3$: peringatan
- 3) $|Zscore| \geq 3$: tidak memuaskan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program uji profisiensi pengukuran gas emisi dengan menggunakan peralatan *gas analyzer* diikuti oleh 10 laboratorium peserta yang meliputi 7 laboratorium swasta dan 3 laboratorium pemerintah. Salah satu laboratorium menggunakan 2 peralatan yang berbeda untuk berpartisipasi dalam program uji profisiensi sehingga dalam hal ini jumlah peserta adalah 11 laboratorium. Sebelum evaluasi Zscore ditetapkan, pihak

Tabel 1: Rentang Kadar Bahan Uji Profisiensi

No	Parameter	Satuan	Rentang kadar	Ketertelusuran
1	Oksigen (O ₂)	%	3,0 – 20,9	<i>The UK - NPL</i>
2	Karbon Monoksida (CO)	Ppm	50 – 4.000	<i>The UK – NPL</i>
3	Nitrogen Monoksida (NO)	Ppm	100 – 500	<i>The UK – NPL</i>
4	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	Ppm	10 – 250	<i>The UK – NPL</i>
5	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Ppm	100 – 1.000	<i>The UK - NPL</i>

penyelenggara melakukan evaluasi teknis terhadap data ekstrem hasil laboratorium peserta yang disebabkan kesalahan mutlak, misalnya, salah satuan, salah desimal, atau data pencilan yang memenuhi kriteria diluar batas (*outlier*). Data diluar batas pencilan adalah suatu data yang tampak tidak konsisten dengan pengamatan lain dalam kelompok populasi tersebut [13-15].

Nilai $CSG \pm 3 SDPA$ (Tabel 2) dari gas rentang tersertifikasi ()digunakan sebagai batasan kriteria diluar batas terhadap data pencilan laboratorium peserta uji profisiensi. Bila data hasil uji profisiensi laboratorium peserta melebihi batasan nilai $CSG \pm 3 SDPA$, maka hal ini berarti bahwa data tersebut memenuhi kriteria data ekstrem bawah atau data ekstrem atas dari data populasi yang ada. Sedangkan nilai SDPA ditentukan melalui formulasi, *Horwitz value* yang dirumuskan sebagai berikut [2]:

$$\sigma_{SDPA} = 0,02c^{0,8495} \tag{2}$$

dimana:

σ_{SDPA} = simpangan baku asesmen profisiensi (*standard deviation for proficiency assessment, SDPA*) yang diperoleh dari model *Horwitz curve*.

c = nilai fraksi berat tanpa satuan dari *certified span gas (CSG)* atau *certified mixtures gas* yang tertelusur ke *the UK - National Physical Laboratory (NPL) Standards*.

Semua informasi yang diberikan oleh peserta kepada penyelenggara uji profisiensi diperlakukan sebagai hal yang bersifat rahasia, karena itu laporan program uji profisiensi tidak mencantumkan identitas lengkap laboratorium peserta namun hanya berupa kode. Kode laboratorium peserta hanya diketahui oleh pihak penyelenggara dengan personil yang berwenang (*authorized person*) atau personil penghubung (*contact person*) dari laboratorium peserta. Bila dipandang perlu untuk tujuan diskusi dan kerjasama saling menguntungkan, misalnya, untuk meningkatkan unjuk kerja laboratorium peserta atau proses akreditasi sesuai ISO/IEC 17025, maka laboratorium peserta dapat melepaskan kerahasiaannya dengan menyampaikan hasil uji profisiensi kepada pihak lain yang berkepentingan.

1. Oksigen (O₂)

Uji profisiensi gas Oksigen (O₂) diikuti oleh 11 laboratorium peserta dengan rincian 8 laboratorium swasta dan 3 laboratorium pemerintah. Berdasarkan evaluasi *outlier test* sebagaimana Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa semua laboratorium peserta uji profisiensi gas O₂ tidak ada yang *outlier*.

Tabel 2: Bahan Uji Profisiensi

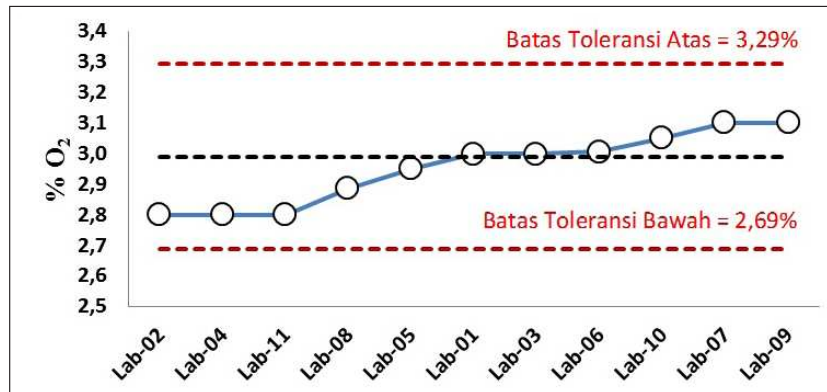
No	Parameter	Satuan	CSG	SDPA	Batas Bawah	Batas Atas
1	Oksigen (O ₂)	%	2,99 ± 2%	0,10	2,69	3,29
2	Karbon Monoksida (CO)	ppm	1993 ± 2%	101,6	1688	2298
3	Nitrogen Monoksida (NO)	ppm	250 ± 2%	17,4	198	302
4	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	ppm	100 ± 2%	8,0	76	124
5	Sulfur Dioksida (SO ₂)	ppm	500 ± 2%	31,4	406	594

Dengan demikian, hasil uji profisiensi 11 laboratorium peserta dapat dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan Zscore.

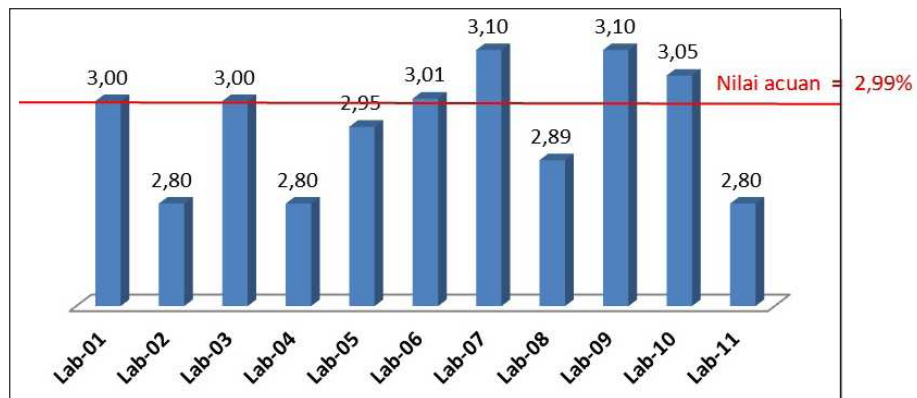
Dengan menggunakan persamaan Zscore sebagaimana tersebut diatas, maka nilai Zscore gas O₂ ditampilkan sebagaimana Tabel 3 dengan tampilan grafik seperti Gambar 3.

2. Karbon Monoksida (CO)

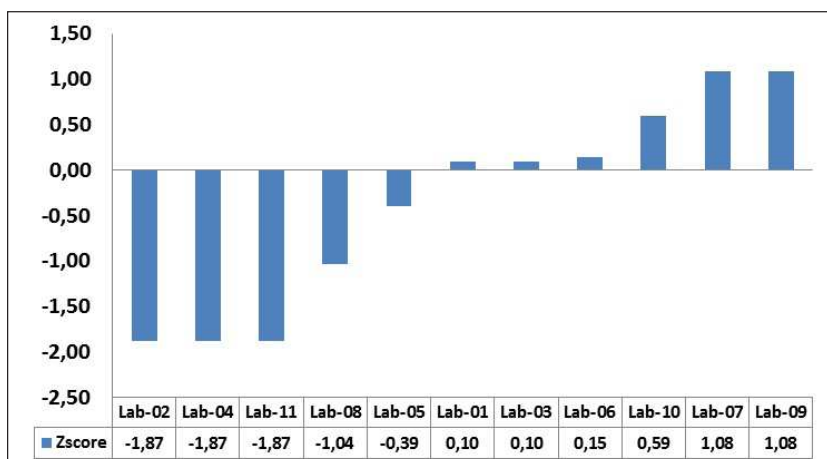
Uji profisiensi gas Karbon Monoksida (CO) diikuti oleh 11 laboratorium peserta dengan rincian 8 laboratorium swasta dan 3 laboratorium pemerintah. Berdasarkan evaluasi *outlier test* sebagaimana Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa 1 laboratorium



Gambar 1: Evaluasi Outlier Hasil Uji Profisiensi O₂



Gambar 2: Hasil Rerata Uji Profisiensi - O₂



Gambar 3: Nilai Z_{score} - O₂

Tabel 3: Evaluasi Zscore Gas Oksigen (O₂)

Kode Lab.	Simple	Duplo	Rerata	Zscore	Kesimpulan
Lab-01	3.0	3.0	3.00	0.10	Memuaskan
Lab-02	2.8	2.8	2.80	-1.87	Memuaskan
Lab-03	3.0	3.0	3.00	0.10	Memuaskan
Lab-04	2.8	2.8	2.80	-1.87	Memuaskan
Lab-05	2.96	2.94	2.95	-0.39	Memuaskan
Lab-06	3.00	3.01	3.01	0.15	Memuaskan
Lab-07	3.1	3.1	3.10	1.08	Memuaskan
Lab-08	2.89	2.88	2.89	-1.04	Memuaskan
Lab-09	3.2	3.0	3.10	1.08	Memuaskan
Lab-10	3.0	3.1	3.05	0.59	Memuaskan
Lab-11	2.8	2.8	2.80	-1.87	Memuaskan

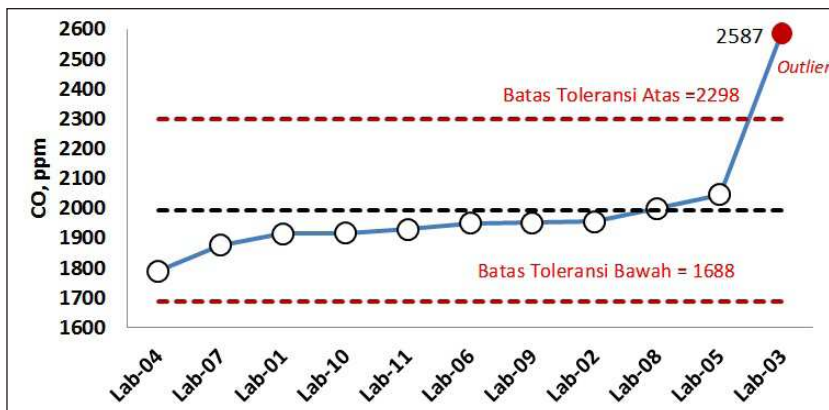
peserta *outlier* dan 10 *inlier*. Dengan demikian, hanya 10 laboratorium peserta yang dapat dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan Zscore.

Dengan menggunakan persamaan Zscore

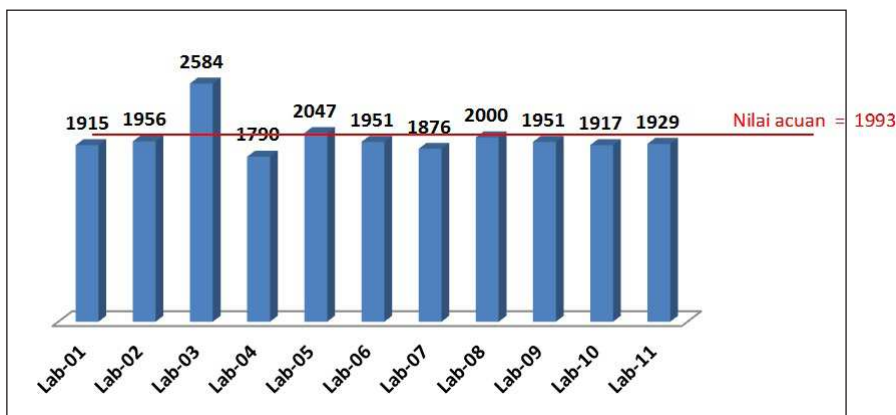
sebagaimana tersebut diatas, maka nilai Zscore gas CO ditampilkan sebagaimana Tabel 4 dengan tampilan grafik seperti Gambar 6.

3. Nitrogen Monoksida (NO)

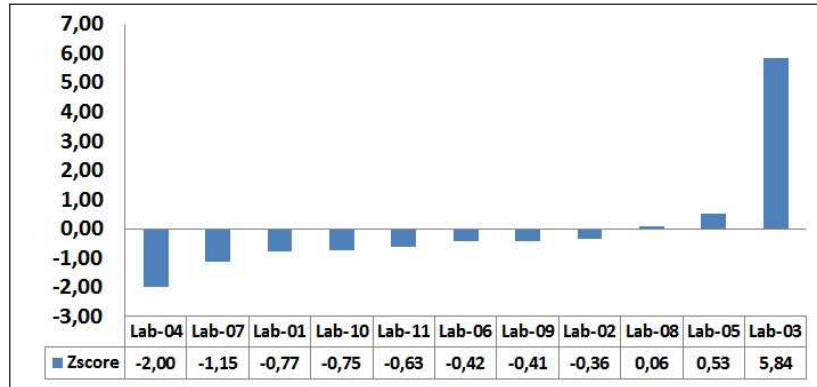
Uji profisiensi gas Nitrogen Monoksida



Gambar 4: Evaluasi Outlier Hasil Uji Profisiensi CO



Gambar 5: Hasil Rerata Uji Profisiensi - CO



Gambar 6: Nilai Z_{score} - CO

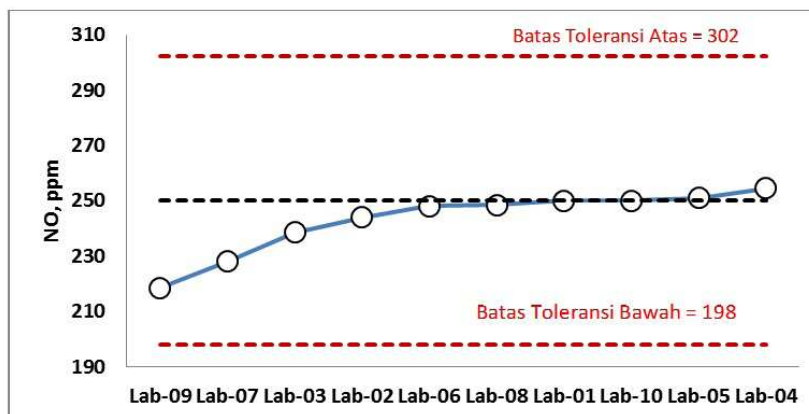
Tabel 4: Evaluasi Zscore Gas Karbon Monoksida (CO)

Kode Lab.	Simple	Duplo	Rerata	Zscore	Kesimpulan
Lab-01	1910	1920	1915	-0.77	Memuaskan
Lab-02	1949	1963	1956	-0.36	Memuaskan
Lab-03	2590	2584	2587	5.84	Outlier
Lab-04	1788	1791	1790	-2.00	Peringatan
Lab-05	2058	2035	2047	0.53	Memuaskan
Lab-06	1953	1948	1951	-0.42	Memuaskan
Lab-07	1877	1875	1876	-1.15	Memuaskan
Lab-08	2003	1996	2000	0.06	Memuaskan
Lab-09	1953	1949	1951	-0.41	Memuaskan
Lab-10	1926	1907	1917	-0.75	Memuaskan
Lab-11	1934	1924	1929	-0.63	Memuaskan

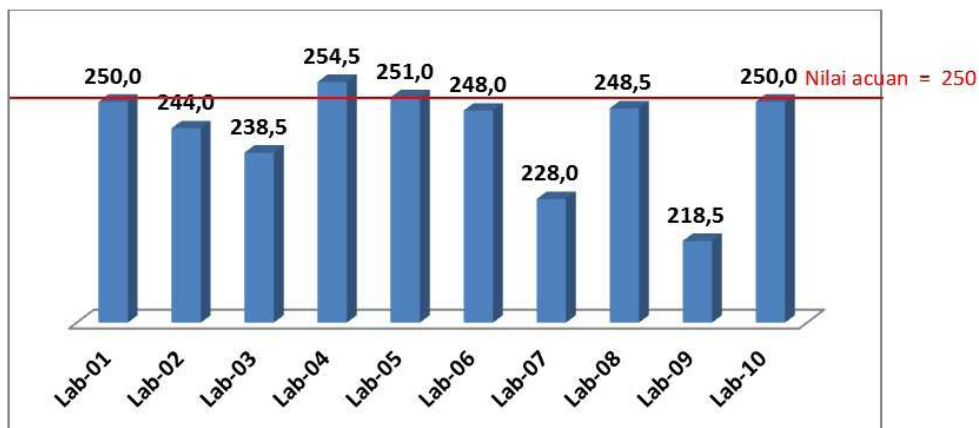
(NO) diikuti oleh 10 laboratorium peserta dengan rincian 8 laboratorium swasta dan 2 laboratorium pemerintah. Berdasarkan evaluasi *outlier test* sebagaimana Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa semua laboratorium peserta uji profisiensi gas NO tidak ada yang *outlier*. Dengan demikian, hasil uji profisiensi

10 laboratorium peserta dapat dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan Zscore.

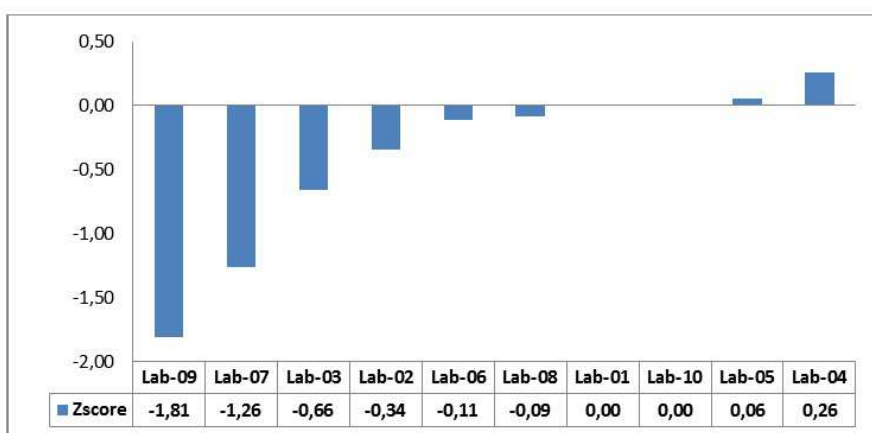
Dengan menggunakan persamaan Zscore sebagaimana tersebut diatas, maka nilai Zscore gas NO ditampilkan sebagaimana Tabel 5 dengan tampilan grafik seperti Gambar 9.



Gambar 7: Evaluasi Outlier Hasil Uji Profisiensi NO



Gambar 8: Hasil Rerata Uji Profisiensi - NO



Gambar 9: Nilai Z_{score} - NO

Tabel 5: Evaluasi Zscore Gas Nitrogen Monoksida (NO)

Kode Lab.	Simple	Duplo	Rerata	Zscore	Kesimpulan
Lab-01	250	250	250.0	0.00	Memuaskan
Lab-02	245	243	244.0	-0.34	Memuaskan
Lab-03	238	239	238.5	-0.66	Memuaskan
Lab-04	253	256	254.5	0.26	Memuaskan
Lab-05	249	253	251.0	0.06	Memuaskan
Lab-06	249	247	248.0	-0.11	Memuaskan
Lab-07	228	228	228.0	-1.26	Memuaskan
Lab-08	247	250	248.5	-0.09	Memuaskan
Lab-09	218	219	218.5	-1.81	Memuaskan
Lab-10	250	250	250.0	0.00	Memuaskan

4. Nitrogen Dioksida (NO₂)

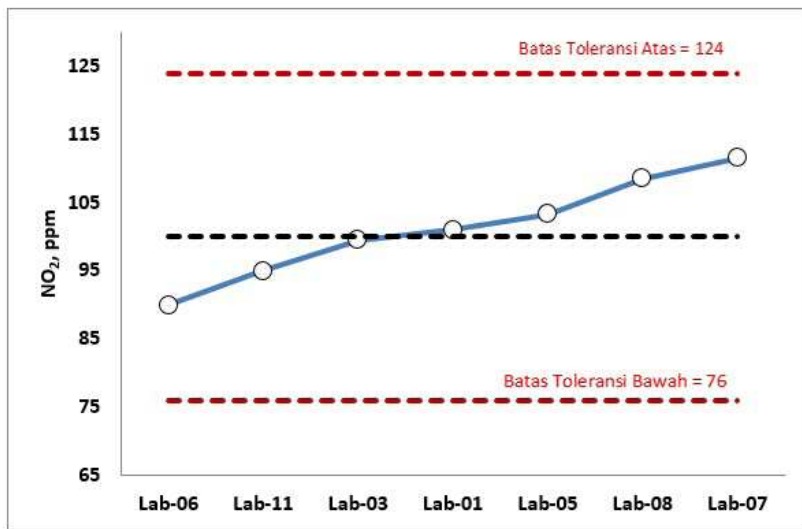
Uji profisiensi gas Nitrogen Dioksida (NO₂) diikuti oleh 7 laboratorium peserta dengan rincian 4 laboratorium swasta dan

3 laboratorium pemerintah. Berdasarkan evaluasi *outlier test* sebagaimana Gambar 10, dapat disimpulkan bahwa semua laboratorium peserta uji profisiensi gas NO₂ tidak ada yang

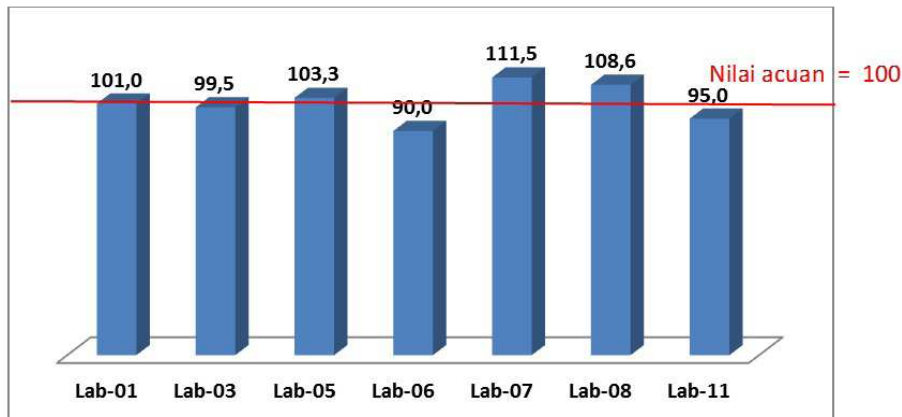
outlier. Dengan demikian, hasil uji profisiensi 7 laboratorium peserta dapat dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan Zscore. Dengan menggunakan persamaan Zscore sebagaimana tersebut diatas, maka nilai Zscore gas NO₂ ditampilkan sebagaimana Tabel 6 dengan tampilan grafik seperti Gambar 12.

5. Sulfur Dioksida (SO₂)

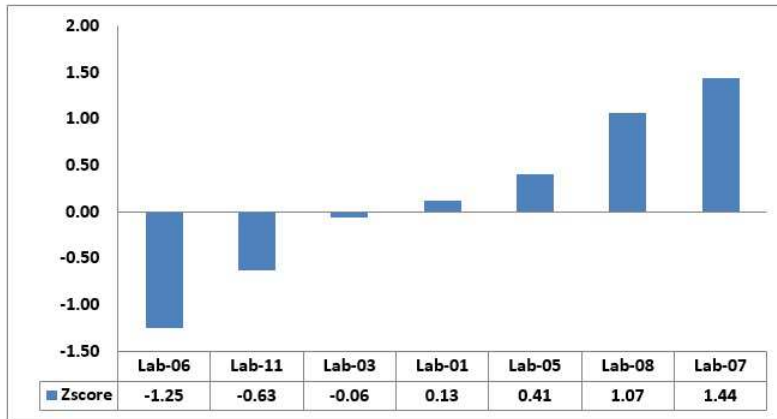
Uji profisiensi gas Sulfur Dioksida (SO₂) diikuti oleh 11 laboratorium peserta dengan rincian 8 laboratorium swasta dan 3 laboratorium pemerintah. Berdasarkan evaluasi *outlier test* sebagaimana Gambar 13, dapat disimpulkan bahwa 1 laboratorium peserta *outlier* dan 10 *inlier*. Dengan demikian, hanya 10



Gambar 10: Evaluasi *Outlier* Hasil Uji Profisiensi NO₂



Gambar 11: Hasil Rerata Uji Profisiensi – NO₂



Gambar 12: Nilai $Z_{score} - NO_2$

Tabel 6: Evaluasi Zscore Gas Nitrogen Dioksida (NO_2)

Kode Lab.	Simplo	Duplo	Rerata	Zscore	Kesimpulan
Lab-01	100	102	101.0	0.13	Memuaskan
Lab-03	98	101	99.5	-0.06	Memuaskan
Lab-05	102.2	104.4	103.3	0.41	Memuaskan
Lab-06	90.2	89.8	90.0	-1.25	Memuaskan
Lab-07	110	113	111.5	1.44	Memuaskan
Lab-08	108.1	109.0	108.6	1.07	Memuaskan
Lab-11	94	96	95.0	-0.63	Memuaskan

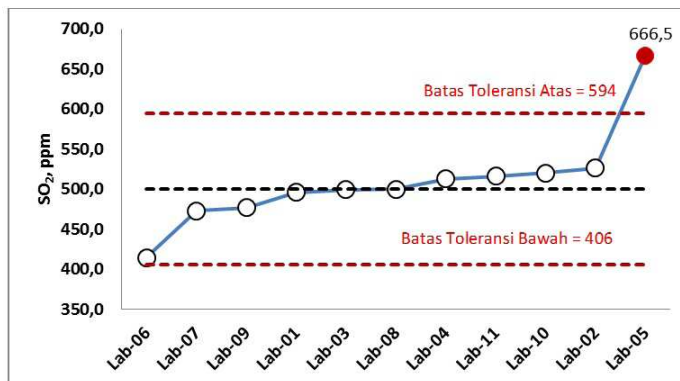
laboratorium peserta yang dapat dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan Zscore.

Dengan menggunakan persamaan Zscore sebagaimana tersebut diatas, maka nilai Zscore gas SO_2 ditampilkan sebagaimana Tabel 7 dengan tampilan grafik seperti Gambar 15.

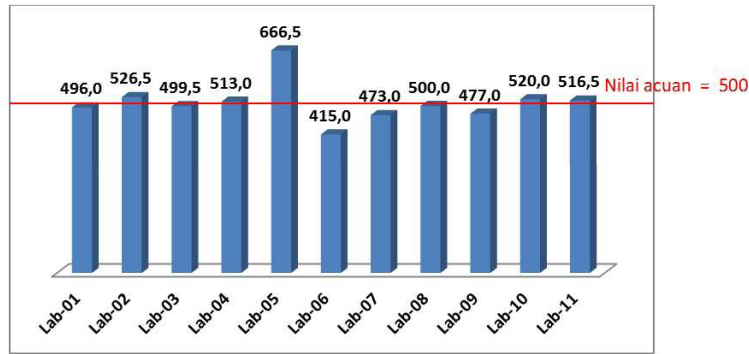
6. Rekapitulasi Hasil Uji Profisiensi

Tabel 8 merupakan rekapitulasi prosentase evaluasi hasil uji profisiensi berdasarkan nilai Zscore untuk masing-masing parameter gas.

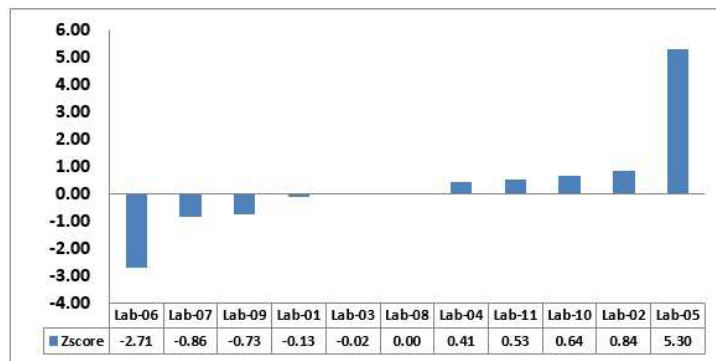
Sehubungan dengan program uji profisiensi menggunakan 5 parameter gas yang harus



Gambar 13: Evaluasi *Outlier* Hasil Uji Profisiensi SO_2



Gambar 14: Hasil Rerata Uji Profisiensi – SO₂



Gambar 15: Nilai Z_{score} – SO₂

diukur, maka kepada laboratorium peserta yang dinyatakan memuaskan untuk masing-masing gas diberi bobot 20%. Suatu laboratorium peserta dinyatakan sukses, jika bobot minimal yang diperoleh adalah minimal 80%. Dengan mempertimbangkan

hal tersebut, maka rekapitulasi hasil uji profisiensi ditunjukkan sebagaimana Tabel 9. Berdasarkan rekapitulasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa 10 laboratorium peserta atau 90,9% dinyatakan sukses mengikuti program uji profisiensi.

Tabel 7: Evaluasi Zscore Gas Sulfur Dioksida (SO₂)

Kode Lab.	Simplo	Duplo	Rerata	Zscore	Memuaskan
Lab-01	496	496	496.0	-0.13	Memuaskan
Lab-02	525	528	526.5	0.84	Memuaskan
Lab-03	497	502	499.5	-0.02	Memuaskan
Lab-04	512	514	513.0	0.41	Memuaskan
Lab-05	668	665	666.5	5.30	Outlier
Lab-06	405	425	415.0	-2.71	Peringatan
Lab-07	472	474	473.0	-0.86	Memuaskan
Lab-08	497	503	500.0	0.00	Memuaskan
Lab-09	477	477	477.0	-0.73	Memuaskan
Lab-10	522	518	520.0	0.64	Memuaskan
Lab-11	515	518	516.5	0.53	Memuaskan

Tabel 8: Rekapitulasi Prosentase Evaluasi Hasil Uji Profisiensi

Kesimpulan	O ₂		CO		NO		NO ₂		SO ₂	
	Lab	%	Lab	%	Lab	%	Lab	%	Lab	%
Memuaskan	11	100	9	82	10	100	7	100	9	82
Peringatan	0	0	1	9	0	0	0	0	1	9
Tidak Memuaskan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outlier	0	0	1	9	0	0	0	0	1	9
Total	11	100	11	100	10	100	7	100	11	100

Tabel 9: Rekapitulasi Hasil Uji Profisiensi

Kode	O ₂	CO	NO	NO ₂	SO ₂	Prosentase	
Lab-01	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	100%	Sukses
Lab-02	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Tidak Analisis	Memuaskan	80%	Sukses
Lab-03	Memuaskan	Outlier	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	80%	Sukses
Lab-04	Memuaskan	Peringatan	Memuaskan	Tidak Analisis	Memuaskan	60%	
Lab-05	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Outlier	80%	Sukses
Lab-06	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Peringatan	80%	Sukses
Lab-07	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	100%	Sukses
Lab-08	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	100%	Sukses
Lab-09	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Tidak Analisis	Memuaskan	80%	Sukses
Lab-10	Memuaskan	Memuaskan	Memuaskan	Tidak Analisis	Memuaskan	80%	Sukses
Lab-11	Memuaskan	Memuaskan	Tidak Analisis	Memuaskan	Memuaskan	80%	Sukses
10 laboratorium peserta atau (90,9%) sukses mengikuti program uji profisiensi gas analyzer							

SIMPULAN

Program uji profisiensi diikuti 11 laboratorium peserta, dengan hasil 10 laboratorium peserta atau 90,9% memiliki nilai bobot lebih besar atau sama dengan 80% karena memiliki nilai $|Zscore| \leq 2$ atau memuaskan untuk minimal 4 parameter gas. Hal ini berarti bahwa 10 laboratorium peserta tersebut dapat dinyatakan sukses mengikuti program uji profisiensi untuk pengukuran gas menggunakan peralatan *gas analyzer*.

Sebagai saran tindak lanjut dari program uji profisiensi ke depan, diharapkan laboratorium peserta menyertakan nilai estimasi ketidakpastian pengukuran; sebagai bagian dari penilaian kompetensi laboratorium peserta. Disamping itu, uji profisiensi menggunakan

campuran gas tersertifikasi diharapkan diterapkan pada rangkaian peralatan sampling manual dengan variabilitas lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak khususnya laboratorium peserta uji profisiensi dan Direktur serta personil teknis PT Trusur Unggul Teknusa yang telah memfasilitasi terselenggaranya uji profisiensi emisi gas menggunakan *gas analyzer* sehingga tercapainya karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) ISO/IEC 17043: 2008 Conformity assessment — General requirements for proficiency testing;

- (2) ISO 13528: 2005 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons;
- (3) International Standards for Organization/International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) 17025: 2005, "General requirements for the competence of calibration and testing laboratories", ISO, Switzerland;
- (4) International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO) Guide 30: 2015, "Reference materials – Selected terms and definitions", ISO, Switzerland;
- (5) International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO) Guide 31: 2015, "Reference materials – Contents of certificates, labels and accompanying documentation", ISO, Switzerland;
- (6) International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO) Guide 33: 2015, "Reference materials – Good practice in using reference materials", ISO, Switzerland;
- (7) International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO) Guide 34: 2009, "General requirement for the competence of reference materials producers", ISO, Switzerland;
- (8) International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO) Guide 35: 2006, "Reference materials – General and statistical principles for certification", ISO, Switzerland;
- (9) US-EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards, EPA600/R-12/531, <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100EKJR.pdf> (download, 7 April 2016);
- (10) ISO/IEC Guide 98-3: 2008 Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement;
- (11) EURACHEM/CITAC CG 4, third edition, 2012, "Quantifying uncertainty in analytical measurement", www.citac.cc, (download, 31 Maret 2016);
- (12) The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories (IUPAC Technical Report) Prepared For Publication By Michael Thompson, Stephen L. R. Ellison, *Pure Appl. Chem.*, Vol. 78, No. 1, pp. 145–196, 2006. © 2006 IUPAC;
- (13) EURACHEM/CITAC, 2003, "Traceability in chemical measurement: A guide to achieving comparable results in chemical measurement", www.citac.cc (download, 7 April 2016);
- (14) EURAMET, 2008, "Metrology – in short", 3rd edition, www.npl.co.uk, (download, 31 Maret 2016);
- (15) Hadi, Anwar., 2000, "Sistem manajemen mutu laboratorium sesuai ISO/IEC 17025: 2005 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.