

PENENTUAN NILAI ACUAN UJI BANDING ANTAR LABORATORIUM KALIBRASI UNTUK KALIBRASI MIKROPIPET BERDASARKAN KONSENSUS

Determination of Reference Values on Laboratory Comparison for Micropipette Calibration Based on Consensus

Renanta Hayu dan Zuhdi Ismail

Pusat Penelitian Metrologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Kompleks Puspiptek Gd.432, Setu, Banten, Indonesia
e-mail: renanta@kim.lipi.go.id

Diterima: 10 Juni 2015, Direvisi: 13 Oktober 2015, Disetujui: 15 Oktober 2015

Abstrak

Dalam uji banding antar laboratorium kalibrasi yang terakreditasi, nilai acuan yang digunakan umumnya dikeluarkan oleh laboratorium metrologi nasional yang bertindak sebagai laboratorium acuan. Tetapi dalam beberapa kasus uji banding, laboratorium metrologi nasional kemungkinan tidak dapat mengeluarkan nilai acuan untuk uji banding karena artefak yang digunakan berada pada level industri, sehingga harus dilakukan cara lain untuk menetapkan nilai acuan. Tulisan ini memaparkan penetapan nilai acuan uji banding berdasarkan konsensus dengan contoh kasus uji banding mikropipet pada nilai nominal 100 μ L dan 500 μ L menggunakan beberapa pendekatan statistik sebagai estimator. Estimator yang dipilih disesuaikan dengan kondisi data hasil uji banding. Untuk memvalidasi metoda yang digunakan, nilai acuan dari estimator yang dipilih dibandingkan dengan nilai hasil kalibrasi yang dikeluarkan Puslit Metrologi LIPI. Berdasarkan analisis *En number* diperoleh nilai 0,31 dan 0,21 untuk masing-masing nilai nominal, sehingga dapat disimpulkan bahwa metoda yang digunakan dapat dipertanggungjawabkan..

Kata kunci: uji banding, nilai acuan, konsensus, mikropipet.

Abstract

*In the laboratory comparison between accredited calibration laboratories, generally the reference value used is issued by national metrology laboratory act as reference laboratory. But in some cases, the national metrology laboratory may not provide the reference value for comparisons because of artifacts that are used at the level of the industry, therefore it should be done by another way to determine the reference value. This paper describes the determination of the reference value based on consensus of micropipette laboratory comparison as example cases on the nominal value of 100 μ L and 500 μ L use several statistical approaches as an estimator. The selected estimator adapted to the conditions of laboratory comparison data. To validate the method used, the reference value of the selected estimator compared with the value of the calibration results issued by Research Center for Metrology LIPI. Based on the analysis of *En number*, values obtained were 0.31 and 0.21 for each of the nominal value, therefore it can be concluded that the method used is reliable*

Keywords: laboratory comparison, reference value, consensus, micropipette.

1. PENDAHULUAN

Tujuan dilaksanakannya program uji profisiensi adalah untuk mengevaluasi kinerja laboratorium sesuai dengan kualifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya melalui uji banding antar laboratorium. Uji profisiensi merupakan suatu sarana yang paling dapat diandalkan oleh suatu laboratorium untuk membuktikan kemampuannya dalam melakukan pengujian atau kalibrasi.

Dalam menganalisis data hasil uji banding diperlukan nilai acuan untuk mengkonfirmasi

kesesuaian hasil pengujian ataupun kalibrasi laboratorium-laboratorium peserta. Dalam uji banding antar laboratorium kalibrasi (UBLK) yang diselenggarakan oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) umumnya nilai acuan yang digunakan diperoleh dari nilai hasil kalibrasi artefak uji banding yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Metrologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Puslit Metrologi LIPI) yang bertindak sebagai laboratorium acuan. Tetapi dalam beberapa kasus, lingkup uji banding yang diselenggarakan tidak ada dalam layanan lingkup kalibrasi yang disediakan oleh Puslit

Metrologi LIPI. Hal ini disebabkan lingkup tersebut ada di level industri dan sudah banyak disediakan oleh laboratorium - laboratorium kalibrasi yang terakreditasi. Berdasarkan ISO 13528:2005 dimungkinkan untuk menentukan nilai acuan suatu uji banding berdasarkan konsensus dari hasil - hasil kalibrasi peserta uji banding.

Penentuan nilai acuan suatu uji banding berdasarkan beberapa pendekatan statistik yang berbeda akan menghasilkan hasil yang berbeda pula (Elster & Link, 2001). (M G Cox, 2003) menentukan nilai acuan suatu hasil uji banding berdasarkan beberapa pendekatan secara statistik yaitu dengan rata-rata (*mean*), nilai tengah (*median*) dan rata-rata tertimbang (*weighted mean*). Masing-masing pendekatan secara statistik ini memiliki kelemahan dan keunggulan dan diterapkan pemakaiannya sesuai dengan kondisi data uji banding yang dihasilkan (Martí & Silva, 2008). Beberapa badan akreditasi juga menggunakan pendekatan secara statistik untuk menentukan nilai acuan uji banding yang diselenggarakan untuk laboratorium - laboratorium kalibrasi yang telah terakreditasi diantaranya badan akreditasi Prancis (COFRAC), dimana COFRAC menentukan nilai acuan dalam uji banding mikropipet menggunakan pendekatan *weighted mean* (Madec & Amarouche, 2010) dan badan akreditasi Portugal (IPAC) untuk uji banding timbangan elektronik (Filipe 2009)

Tujuan penelitian ini adalah untuk memaparkan penentuan nilai acuan dan ketidakpastian hasil uji banding mikropipet yang diselenggarakan oleh KAN berdasarkan konsensus dari hasil kalibrasi laboratorium peserta dan membandingkan hasil penentuan nilai acuan tersebut dengan nilai acuan yang dikeluarkan oleh Puslit Metrologi LIPI. Tiga pendekatan secara statistik dilakukan dan dianalisis pendekatan mana yang paling cocok untuk uji banding mikropipet ini. Kesesuaian hasil kalibrasi diantara para peserta uji banding juga dianalisis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendekatan Statistik

Untuk menentukan nilai acuan berdasarkan konsensus beberapa pendekatan secara statistik dapat dilakukan yaitu :

2.1.1 Rata-Rata (*Mean*)

Hasil pengukuran setiap peserta uji banding dirata-ratakan berdasarkan persamaan:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

dengan \bar{x} adalah rata-rata nilai pengukuran dan x_i adalah nilai hasil pengukuran tiap-tiap peserta.

Ketidakpastian baku nilai rata-rata hasil uji banding ditentukan sebesar:

$$u(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

dengan $s(x)$ adalah standar deviasi dan n adalah banyaknya data.

2.1.2 Nilai Tengah (*Median*)

Penentuan nilai tengah data hasil uji banding dilakukan dengan persamaan:

$$x_{med} = \begin{cases} x_{\frac{n-1}{2}}, & \text{for } n \text{ odd} \\ \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2}, & \text{for } n \text{ even} \end{cases} \quad (3)$$

Dengan ketidakpastian baku sebesar :

$$u(x_{med}) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{med})^2}{(n - 1)}} \quad (4)$$

2.1.3 Rata-Rata Tertimbang (*Weighted Mean*)

Nilai acuan hasil uji banding dapat ditentukan dengan menghitung rata-rata nilai hasil pengukuran peserta dengan memperhitungkan setiap nilai ketidakpastian yang dihasilkan oleh setiap peserta.

$$y = \frac{x_1/u^2(x_1) + \dots + x_n/u^2(x_n)}{1/u^2(x_1) + \dots + 1/u^2(x_n)} \quad (5)$$

Ketidakpastian nilai rata-rata tertimbang, $u(y)$, dapat ditentukan sebesar :

$$u(y) = \sqrt{\frac{1}{1/u^2(x_1) + \dots + 1/u^2(x_n)}} \quad (6)$$

2.2 Konfirmasi Kesesuaian

Untuk mengevaluasi hasil pengukuran tiap-tiap peserta terhadap nilai acuan uji banding berdasarkan ISO 17043:2010 digunakan analisis bilangan kesalahan yang dinormalisasi (E_n number), hasil yang baik ditunjukkan apabila besarnya E_n number berada diantara angka -1

dan +1, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E_n = \frac{(X_1 - X_2)}{(U_{X_1}^2 + U_{X_2}^2)} \quad (7)$$

dengan :

- X_1 : nilai acuan program uji banding
- X_2 : nilai hasil pengukuran peserta uji banding
- U_{X_1} : ketidakpastian nilai acuan
- U_{X_2} : ketidakpastian nilai hasil pengukuran peserta uji banding

3. METODE PENELITIAN

Uji banding yang diselenggarakan oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) pada tahun 2014 ini diikuti oleh 23 laboratorium kalibrasi. Artefak yang digunakan merupakan tiga buah mikropipet dengan rentang ukur masing-masing (10 ~100) μL , (100~1000) μL dan 500 μL . Nilai nominal yang dikalibrasi adalah 10 μL , 50 μL , 100 μL , 500 μL dan 1000 μL . Tiap-tiap peserta diminta untuk mengukur besarnya volume pada tiap-tiap nilai nominal yang telah ditentukan berdasarkan prosedur yang tertera dalam ISO 8655-6 : 2002. Ketidakpastian yang dilaporkan oleh tiap-tiap

peserta adalah ketidakpastian tipikal yang diperoleh dari persamaan (8) tanpa merinci sumber-sumber ketidakpastian yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

$$U = |e_s| + 2s_r \quad (8)$$

dengan e_s adalah kesalahan sistematis dan s_r adalah kesalahan acak dari mikropipet.

Dalam tulisan ini yang dijadikan contoh kasus untuk menentukan nilai acuan berdasarkan konsensus adalah nilai nominal 100 μL dan 500 μL . Nilai volume dan ketidakpastian yang dihasilkan oleh tiap peserta dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan ISO 8655-2:2002, kesalahan sistematis dan ketidakpastian maksimum yang diijinkan untuk mikropipet kapasitas 100 μL masing-masing adalah $\pm 0,8 \mu\text{L}$ dan $\pm 1,40 \mu\text{L}$ dan untuk nominal 500 μL masing – masing adalah $\pm 4 \mu\text{L}$ dan $\pm 7 \mu\text{L}$. Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa beberapa laboratorium yaitu laboratorium nomor 10, 11, 13, 14 ,16, 18, 19, 22 dan 23 tidak memenuhi persyaratan untuk kesalahan sistematis yang diijinkan dan laboratorium nomor 10, 11, 13, 16, 18, 19 dan 22 melaporkan ketidakpastian yang lebih besar dari persyaratan kesalahan acak yang diijinkan.

Tabel 1 Nilai volume dan ketidakpastian tiap peserta UBLK.

Laboratorium	Nominal 100 μL		Nominal 500 μL	
	Nilai Volume/ μL	Uncertainty/ μL (k = 2)	Nilai Volume/ μL	Uncertainty/ μL (k = 2)
1	100.31	0.46	498.6	2.0
2	100.10	0.35	502.2	2.5
3	100.21	0.97	500.9	2.6
4	99.89	0.23	499.4	2.3
5	99.88	0.38	499.0	1.6
6	100.6	1.4	502.3	3.7
7	100.5	1.0	501.8	3.3
8	100.39	0.90	502.3	4.7
9	100.49	0.73	501.8	2.8
10	101.8	2.3	502.9	3.5
11	100.9	1.3	502.2	7.2
12	100.57	0.68	502.5	3.3
13	100.24	0.83	491.5	12.1
14	100.56	0.75	504.9	5.1
15	100.62	0.82	502.6	3.5
16	101.7	1.8	503.2	3.4
17	100.4	1.3	502.6	3.7
18	101.0	1.7	502.1	3.2
19	102.5	2.7	504.6	4.8
20	100.57	0.89	499.2	3.3
21	99.95	0.74	500.8	4.3
22	101.4	1.7	508.7	9.4
23	101.0	1.3	503.3	4.8

Karena tiap-tiap peserta hanya melaporkan ketidakpastian tipikal, dan tidak melampirkan budget ketidakpastian dari ketidakpastian yang dilaporkan sehingga sulit untuk menganalisis faktor yang paling berpengaruh dari hasil kalibrasi yang dilaporkan.

Nilai acuan program uji banding berdasarkan konsensus, pendekatan nilai acuan ditentukan berdasarkan tiga pendekatan secara statistik, masing-masing nilai acuan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Pendekatan nilai acuan untuk nominal 100 µL

Nominal µL	Mean		Median		Weighted mean	
	Volume /µL	Uncertainty /µL (k=2)	Volume /µL	Uncertainty /µL (k=2)	Volume /µL	Uncertainty/µL (k=2)
100	100,68	0,28	100,56	0,28	100,17	0,13

Tabel 3 Pendekatan nilai acuan untuk nominal 500 µL

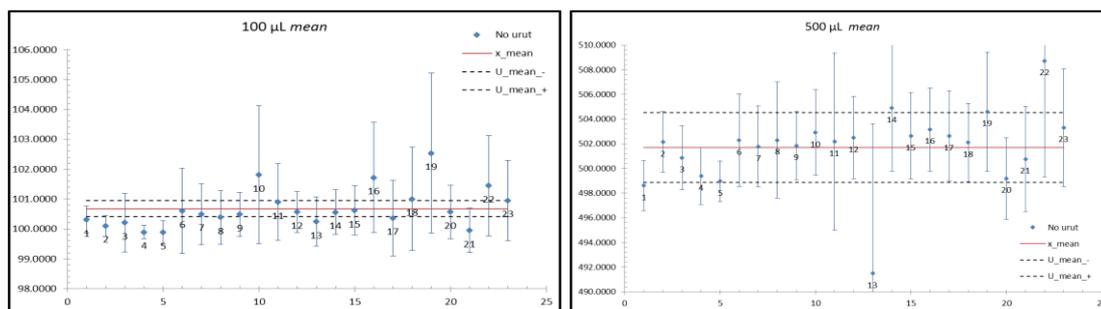
Nominal µL	Mean		Median		Weighted mean	
	Volume /µL	Uncertainty /µL (k=2)	Volume /µL	Uncertainty /µL (k=2)	Volume /µL	Uncertainty/µL (k=2)
500	501,7	2,8	502,1	1,3	500,99	0,66

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

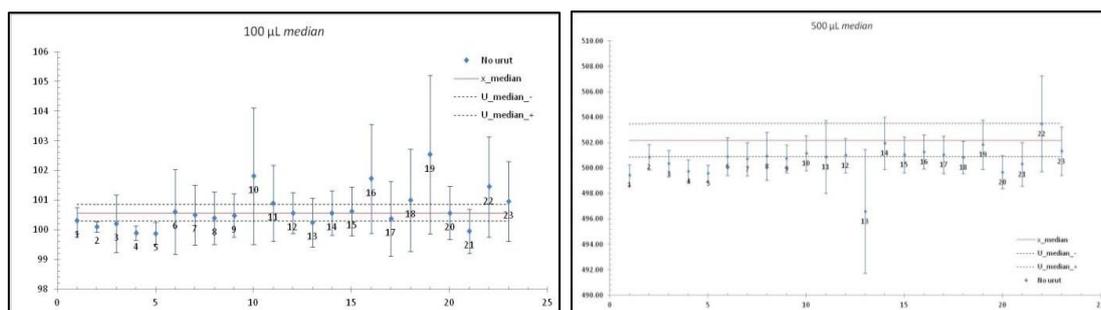
Kesesuaian hasil masing-masing nilai peserta uji banding dibandingkan terhadap masing-masing pendekatan nilai acuan digambarkan pada Gambar 1 sampai Gambar 3. Analisis statistik berdasarkan *mean* dan *weighted mean* sangat dipengaruhi oleh nilai yang ekstrim (Maurice G Cox, 2007). Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa beberapa laboratorium uji banding melaporkan hasil kalibrasi lebih besar dari persyaratan yang

telah ditetapkan. Oleh karena itu dalam kasus uji banding mikropipet ini pendekatan statistik yang paling tepat digunakan adalah pendekatan penentuan nilai acuan berdasarkan median, karena pendekatan statistik ini tidak rentan terhadap nilai yang ekstrim.

Kesesuaian hasil antara peserta uji banding dan terhadap nilai acuan dirangkum dalam Gambar 4 dan 5 berdasarkan E_n number.

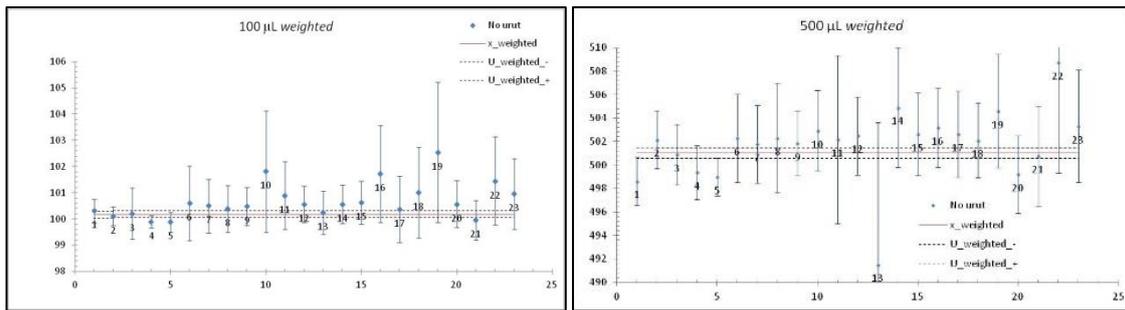


Gambar 1 Kesesuaian terhadap pendekatan nilai acuan – *mean*.



Gambar 2 Kesesuaian terhadap pendekatan nilai acuan – *median*.

Penentuan Nilai Acuan Uji Banding Antar Laboratorium Kalibrasi untuk Kalibrasi Mikropipet
(Renanta Hayu dan Zuhdi Ismail)



Gambar 3 Kesesuaian terhadap pendekatan nilai acuan – *weighted mean*.

Lab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Nilai Acuan
1		0.36	0.10	0.81	0.72	0.19	0.17	0.08	0.20	0.64	0.43	0.31	0.07	0.29	0.33	0.74	0.04	0.39	0.82	0.26	0.41	0.65	0.45	0.47
2	0.36		0.10	0.49	0.43	0.34	0.36	0.30	0.47	0.73	0.60	0.60	0.16	0.55	0.58	0.86	0.20	0.51	0.90	0.48	0.18	0.78	0.61	1.02
3	0.10	0.10		0.31	0.31	0.23	0.21	0.14	0.23	0.64	0.43	0.30	0.03	0.29	0.33	0.73	0.10	0.40	0.82	0.27	0.21	0.64	0.45	0.35
4	0.81	0.49	0.31		0.03	0.49	0.57	0.54	0.77	0.82	0.77	0.93	0.41	0.85	0.85	0.98	0.37	0.64	0.99	0.73	0.07	0.91	0.77	1.83
5	0.72	0.43	0.31	0.03		0.49	0.57	0.52	0.73	0.82	0.76	0.88	0.40	0.81	0.82	0.98	0.37	0.64	0.98	0.71	0.09	0.91	0.77	1.44
6	0.19	0.34	0.23	0.49	0.49		0.06	0.12	0.07	0.44	0.15	0.02	0.22	0.02	0.01	0.48	0.12	0.18	0.64	0.02	0.40	0.38	0.18	0.03
7	0.17	0.36	0.21	0.57	0.57	0.06		0.08	0.01	0.52	0.24	0.06	0.19	0.05	0.10	0.58	0.08	0.25	0.71	0.05	0.43	0.48	0.27	0.06
8	0.08	0.30	0.14	0.54	0.52	0.12	0.08		0.08	0.57	0.32	0.16	0.12	0.15	0.19	0.65	0.02	0.32	0.76	0.14	0.38	0.55	0.35	0.18
9	0.20	0.47	0.23	0.77	0.73	0.07	0.01	0.08		0.55	0.28	0.08	0.22	0.07	0.12	0.62	0.08	0.28	0.74	0.07	0.51	0.52	0.30	0.10
10	0.64	0.73	0.64	0.82	0.82	0.44	0.52	0.57	0.55		0.34	0.52	0.64	0.51	0.48	0.03	0.55	0.28	0.21	0.50	0.76	0.13	0.32	0.53
11	0.43	0.60	0.43	0.77	0.76	0.15	0.24	0.32	0.28	0.34		0.23	0.43	0.23	0.18	0.37	0.30	0.05	0.55	0.21	0.64	0.26	0.03	0.26
12	0.31	0.60	0.30	0.93	0.88	0.02	0.06	0.16	0.08	0.52	0.23		0.30	0.00	0.05	0.59	0.14	0.24	0.71	0.00	0.61	0.49	0.26	0.00
13	0.07	0.16	0.03	0.41	0.40	0.22	0.19	0.12	0.22	0.64	0.43	0.30		0.29	0.32	0.73	0.08	0.40	0.82	0.27	0.26	0.64	0.45	0.37
14	0.29	0.55	0.29	0.85	0.81	0.02	0.05	0.15	0.07	0.51	0.23	0.00	0.29		0.05	0.58	0.13	0.23	0.71	0.00	0.58	0.48	0.25	0.00
15	0.33	0.58	0.33	0.85	0.82	0.01	0.10	0.19	0.12	0.48	0.18	0.05	0.32	0.05		0.54	0.17	0.20	0.68	0.05	0.60	0.44	0.21	0.07
16	0.74	0.86	0.73	0.98	0.98	0.48	0.58	0.65	0.62	0.03	0.37	0.59	0.73	0.58	0.54		0.61	0.28	0.25	0.56	0.89	0.11	0.34	0.62
17	0.04	0.20	0.10	0.37	0.37	0.12	0.08	0.02	0.08	0.55	0.30	0.14	0.08	0.13	0.17	0.61		0.30	0.73	0.13	0.28	0.51	0.32	0.15
18	0.39	0.51	0.40	0.64	0.64	0.18	0.25	0.32	0.28	0.28	0.05	0.24	0.40	0.23	0.20	0.28	0.30		0.48	0.22	0.56	0.18	0.02	0.25
19	0.82	0.90	0.82	0.99	0.98	0.64	0.71	0.76	0.74	0.21	0.55	0.71	0.82	0.71	0.68	0.25	0.73	0.48		0.70	0.93	0.34	0.53	0.73
20	0.26	0.48	0.27	0.73	0.71	0.02	0.05	0.14	0.07	0.50	0.21	0.00	0.27	0.00	0.05	0.56	0.13	0.22	0.70		0.53	0.46	0.24	0.00
21	0.41	0.18	0.21	0.07	0.09	0.40	0.43	0.38	0.51	0.76	0.64	0.61	0.26	0.58	0.60	0.89	0.28	0.56	0.93	0.53		0.81	0.65	0.77
22	0.65	0.78	0.64	0.91	0.91	0.38	0.48	0.55	0.52	0.13	0.26	0.49	0.64	0.48	0.44	0.11	0.51	0.18	0.34	0.46	0.81		0.23	0.52
23	0.45	0.61	0.45	0.77	0.77	0.18	0.27	0.35	0.30	0.32	0.03	0.26	0.45	0.25	0.21	0.34	0.32	0.02	0.53	0.24	0.65	0.23		0.28

Gambar 4 Kesesuaian antar peserta untuk nilai nominal 100 µL.

Lab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Nilai acuan
1		1.23	0.69	0.25	0.14	0.86	0.82	0.72	0.95	1.07	0.48	1.00	0.58	1.15	1.00	1.16	0.96	0.92	1.14	0.15	0.46	1.05	0.91	1.48
2	1.11		0.36	0.82	1.07	0.03	0.09	0.03	0.08	0.18	0.00	0.08	0.86	0.48	0.11	0.24	0.11	0.01	0.45	0.72	0.28	0.67	0.22	0.01
3	0.69	0.35		0.43	0.62	0.31	0.22	0.27	0.26	0.47	0.17	0.38	0.76	0.70	0.41	0.54	0.39	0.30	0.68	0.40	0.02	0.80	0.45	0.45
4	0.25	0.85	0.43		0.15	0.66	0.60	0.56	0.69	0.85	0.37	0.77	0.64	0.99	0.78	0.93	0.75	0.69	0.97	0.05	0.29	0.96	0.74	1.05
5	0.14	1.37	0.62	0.15		0.81	0.76	0.67	0.90	1.03	0.44	0.95	0.61	1.11	0.95	1.12	0.91	0.87	1.10	0.06	0.40	1.02	0.86	1.53
6	0.86	0.03	0.31	0.66	0.81		0.10	0.00	0.10	0.12	0.01	0.04	0.85	0.41	0.07	0.17	0.07	0.04	0.38	0.62	0.27	0.63	0.17	0.03
7	0.82	0.08	0.22	0.60	0.76	0.10		0.09	0.02	0.24	0.05	0.15	0.82	0.52	0.18	0.30	0.17	0.07	0.48	0.55	0.19	0.70	0.27	0.11
8	0.72	0.02	0.27	0.56	0.67	0.00	0.09		0.08	0.10	0.01	0.03	0.83	0.37	0.06	0.15	0.06	0.04	0.34	0.54	0.24	0.61	0.15	0.03
9	0.95	0.08	0.26	0.69	0.90	0.10	0.02	0.08		0.24	0.04	0.15	0.83	0.53	0.18	0.30	0.17	0.06	0.49	0.62	0.21	0.70	0.26	0.11
10	1.07	0.16	0.47	0.85	1.03	0.12	0.24	0.10	0.24		0.09	0.09	0.91	0.32	0.06	0.05	0.06	0.17	0.28	0.78	0.39	0.58	0.07	0.20
11	0.48	0.00	0.17	0.37	0.44	0.01	0.05	0.01	0.04	0.09		0.04	0.76	0.31	0.06	0.13	0.06	0.01	0.28	0.38	0.17	0.55	0.13	0.00
12	1.00	0.07	0.38	0.77	0.95	0.04	0.15	0.03	0.15	0.09	0.04		0.87	0.39	0.03	0.14	0.03	0.09	0.36	0.70	0.32	0.62	0.14	0.09
13	0.58	0.62	0.76	0.64	0.61	0.85	0.82	0.83	0.83	0.91	0.76	0.87		1.02	0.88	0.93	0.88	0.85	1.00	0.61	0.72	1.12	0.91	0.88
14	1.15	0.38	0.70	0.99	1.11	0.41	0.52	0.37	0.53	0.32	0.31	0.39	1.02		0.37	0.28	0.36	0.47	0.04	0.94	0.62	0.36	0.23	0.52
15	1.00	0.10	0.41	0.78	0.95	0.07	0.18	0.06	0.18	0.06	0.06	0.03	0.88	0.37		0.11	0.00	0.11	0.33	0.72	0.34	0.61	0.11	0.12
16	1.16	0.21	0.54	0.93	1.12	0.17	0.30	0.15	0.30	0.05	0.13	0.14	0.93	0.28	0.11		0.11	0.23	0.24	0.84	0.44	0.56	0.02	0.27
17	0.96	0.09	0.39	0.75	0.91	0.07	0.17	0.06	0.17	0.06	0.06	0.03	0.88	0.36	0.00	0.11		0.11	0.32	0.70	0.33	0.60	0.11	0.12
18	0.92	0.01	0.30	0.69	0.87	0.04	0.07	0.04	0.06	0.17	0.01	0.09	0.85	0.47	0.11	0.23	0.11		0.43	0.63	0.25	0.67	0.21	0.02
19	1.14	0.36	0.68	0.97	1.10	0.38	0.48	0.34	0.49	0.28	0.28	0.36	1.00	0.04	0.33	0.24	0.32	0.43		0.92	0.59	0.39	0.19	0.48
20	0.15	0.63	0.40	0.05	0.06	0.62	0.55	0.54	0.62	0.78	0.38	0.70	0.61	0.94	0.72	0.84	0.70	0.63	0.92		0.29	0.95	0.71	0.84
21	0.46	0.23	0.02	0.29	0.40	0.27	0.19	0.24	0.21	0.39	0.17	0.32	0.72	0.62	0.34	0.44	0.33	0.25	0.59	0.29		0.77	0.40	0.32
22	1.05	0.49	0.80	0.96	1.02	0.63	0.70	0.61	0.70	0.58	0.55	0.62	1.12	0.36	0.61	0.56	0.60	0.67	0.39	0.95	0.70		0.51	0.69
23	0.91	0.17	0.45	0.74	0.86	0.17	0.27	0.15	0.26	0.07	0.13	0.14	0.91	0.23	0.11	0.02	0.11	0.21	0.19	0.71	0.40	0.51		0.23

Gambar 5 Kesesuaian antar peserta untuk nilai nominal 500 µL

Dalam Gambar 4 terlihat bahwa semua hasil peserta sesuai antara satu dengan yang lainnya, dimana nilai E_n nya diantara angka -1 dan + 1, tetapi laboratorium nomor 2, 4 dan 5 nilainya *outlier* terhadap nilai acuan hasil uji banding. Sedangkan pada Gambar 5 terlihat bahwa beberapa laboratorium, hasil uji bandingnya tidak sesuai satu dengan yang lain dan tidak sesuai juga dengan nilai acuan. Misalnya laboratorium nomor 1, hasil uji bandingnya *outlier* terhadap laboratorium nomor 2, 10,12,14, 16, 19 dan 22 dan hasilnya juga tidak sesuai dengan nilai acuan.

Hal ini menunjukkan bahwa untuk kalibrasi mikropipet dengan nilai nominal 100 μL , peserta uji banding kemampuannya dapat dikatakan sebanding satu dengan yang lainnya, tetapi tidak demikian untuk nilai nominal 500 μL , kemampuan laboratorium peserta uji banding belum sebanding satu dengan yang lainnya.

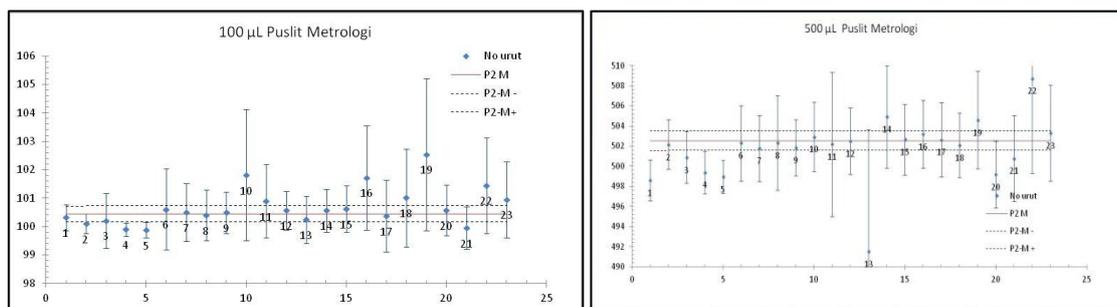
4.1 Kesesuaian Terhadap Laboratorium Acuan

Hasil nilai acuan yang dikeluarkan oleh Puslit Metrologi LIPI dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai acuan yang dikeluarkan oleh Puslit Metrologi LIPI.

Nominal / μL	Volume / μL	Uncertainty/ μL (k=2)
100	100,44	0,28
500	502,52	0,98

Kesesuaian hasil masing-masing nilai peserta uji banding dibandingkan terhadap pendekatan nilai acuan yang dikeluarkan oleh Puslit Metrologi LIPI digambarkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Kesesuaian terhadap nilai acuan – Puslit Metrologi LIPI

Bila dibandingkan Gambar 2 dan Gambar 6 terlihat adanya perbedaan hasil untuk laboratorium peserta yang *outlier*, yaitu untuk nominal 100 μL , dimana laboratorium nomor 2 hasilnya *outlier* terhadap nilai acuan berdasarkan konsensus tetapi *inlier* terhadap nilai acuan yang dikeluarkan oleh Puslit Metrologi LIPI. Hal ini dapat diterima mengingat penentuan nilai acuan ini berdasarkan pendekatan, dan apabila dianalisis kesesuaian antara nilai acuan berdasarkan consensus dan yang dikeluarkan oleh Puslit Metrologi LIPI berdasarkan E_n number untuk masing-masing nilai nominal diperoleh hasil 0,31 dan 0,21 dimana nilai tersebut masih dalam rentang + 1 dan -1.

5. KESIMPULAN

Dalam menentukan nilai acuan suatu uji banding antar laboratorium kalibrasi dapat dilakukan melalui konsensus berdasarkan data hasil kalibrasi peserta uji banding. Hal ini telah dipaparkan dalam tulisan ini dengan adanya

kesesuaian hasil antara nilai acuan yang ditentukan berdasarkan konsensus terhadap nilai acuan yang dikeluarkan oleh laboratorium acuan. Pendekatan secara statistik yang dipilih untuk menentukan nilai acuan dan ketidakpastiannya harus disesuaikan dengan kondisi data yang ada..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Komite Akreditasi Nasional (KAN) yang telah menyediakan data hasil uji banding mikropipet yang diikuti oleh laboratorium kalibrasi yang terakreditasi.

DAFTAR PUSTAKA

International Standard. (2008). *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison*. ISO 13528:2005(E).

- Cox, M. G. (2003). *The evaluation of keycomparison data: Anintroduction*. *Metrologia*, 39, 587–588. <http://doi.org/10.1088/0026-1394/39/6/9>
- Cox, M. G. (2007). *The evaluation of keycomparison data: determiningthelargestconsistentsubset*. *Metrologia*, 44, 187–200. <http://doi.org/10.1088/0026-1394/44/3/005>
- Elster, C., &Link, a. (2001). *Analysis of key comparison data: assessment of currentmethods for determining a reference value*. *Measurement Science and Technology*, 12, 1431–1438. <http://doi.org/10.1088/0957-0233/12/9/308>
- Madec, T., &Amarouche, S. (2010). *Comparison of micropipettes calibration by accredited laboratories*, (April), 1–7.
- Marti, L., &Silva, M. (2008). *Comparison of different statistica lmethods for evaluation of proficiency test data*, 28017. <http://doi.org/10.1007/s00769-008-0413-7>
- Filipe,E.(2009).*Evaluation of proficiency result in metrology*.www.ipq.pt/backfiles/EvaluationTestingResults.pdf
- International Standard. (2010). *Conformity assessment: General requirements for proficiency testing*. ISO/IEC 17043:2010
- International Standard.(2002). *Piston Operated Volumetric Apparatus – Part 6: Gravimetric methods for the determination of measurement error*. ISO 8655-6:2002
- International Standard. (2002). *Piston operated volumetric apparatus – Part 2: Piston Pipettes*. ISO 8655-2:2002
- JCGM. (2008). *JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement*. Paris: BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP dan OIML.

