

PENENTUAN KETIDAKPASTIAN KALIBRASI BESARAN MASSA PADA TIMBANGAN ANALITIS DI LABORATORIUM UJI DAN KALIBRASI BBKB

Isnaini¹
Pudjo Yuwono²

ABSTRAK

Perangkat ukur dikatakan dalam kondisi baik jika dapat memberikan informasi yang aktual. Perangkat ukur tersebut harus menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Kalibrasi perangkat ukur merupakan prosedur standar untuk menjaga kondisi instrumen ukur dan bahan ukur agar tetap sesuai dengan spesifikasi teknis. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan besarnya ketidakpastian (*uncertainty*) pada kalibrasi besaran massa khususnya pada parameter kalibrasi timbangan analitis merk Sartorius Type BL210S. Prosedur kalibrasi dilakukan dengan serangkaian penimbangan massa standar terkalibrasi untuk menentukan nilai ketidakpastian. Data hasil kalibrasi telah dianalisis dan menghasilkan nilai *Expanded Uncertainty* $U_{exp} = 0,26$, faktor cakupan $K=1,96$, pada tingkat kepercayaan $CL=95\%$.

Kata kunci : ketidakpastian, massa, timbangan analitis

ABSTRACT

Measuring device is said to be in good condition if you can provide real-time information. Measuring devices must ensure the measurement results in accordance with national and international standards. Calibration of the measuring device is a standard procedure to maintain the condition of the measuring instrument and measuring the material to remain in accordance with technical specifications. This research was conducted to determine the amount of uncertainty (uncertainty) on calibration of the mass scale calibration parameters, especially on an analytical balance sartorius brands Type BL210S. Procedural calibration is done by weighing a series of mass standards calibrated to determine the value of uncertainty. Calibration results have been analyzed, and produce value = 0.26 U_{exp} Expanded uncertainty, coverage factor $K = 1.96$, the confidence level CL is 95%.

Key words: uncertainty, mass, analytical balances

¹Isnaini : Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta ²Pudjo Yuwono : Balai Besar Kerajinan dan Batik

LATAR BELAKANG

Kalangan industri semakin sadar akan pentingnya melakukan kalibrasi berbagai peralatan produksinya. Hal ini akibat tuntutan pasar tentang perlu ditingatkannya mutu produk yang semakin mengaitkan penilaianya dengan berbagai ISO, misalnya ISO 9001 yang menjamin kredibilitas suatu produk. Selain itu, uji mutu sudah menjadi syarat produk ekspor agar bisa diterima di luar negeri dan mampu bersaing secara global. Untuk meningkatkan mutu suatu produk salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan pengendalian bahan baku (*Noviyanti, 2005*).

- Pengendalian bahan baku dapat dilakukan dengan pengujian bahan tersebut sebelum digunakan dalam proses produksi. Proses produksi yang baik juga sangat ditentukan oleh pemantauan alat ukur yang tepat dan akurat. Peralatan ukur dan uji dapat diketahui kondisinya dengan mengkalibrasi peralatan tersebut. Oleh karena itu kalibrasi menjadi penting artinya apabila pengukuran alat-alat uji dan ukur menyangkut baik secara langsung maupun tidak langsung, kepentingan dan keselamatan manusia.
- tidak diinginkan terjadinya cacat dan/atau penyimpangan hasil produksi
- untuk menjamin mutu, diperlukan bukti bahwa hasil-hasil pengukuran mempunyai keterlusuran ke standar-standar nasional dan/atau internasional (http://www.mutucertification.com/index.php?ar_id=1)

Penimbangan merupakan salah satu variabel proses yang digunakan dan harus diperhatikan dalam aplikasi di industri maupun aplikasi yang lain. Dalam proses pembatikan penimbangan resep bahan warna yang benar dapat menyeragamkan hasil yang dikehendaki. Untuk itu perlu dilakukan kalibrasi timbangan yang digunakan.

Definisi kalibrasi adalah suatu kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai – nilai yang ditunjukkan oleh instrument pengukur atau system pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai- nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dengan besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Peralatan yang akan dikalibrasi perlu diidentifikasi sebelum dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mengetahui rentang ukur, penggunaan alat dan spesifikasi lain yang diperlukan. Kalibrasi timbangan dilakukan dengan meletakkan massa standar yang nilainya sudah diketahui dari kalibrasi oleh lembaga kalibrasi terakreditasi. Di Indonesia, Lembaga yang memberikan akreditasi laboratorium adalah Komite Akreditasi Nasional (Renanta Hayu, 2003). Tujuan penelitian ini akan memaparkan bagian dari kegiatan kalibrasi untuk menentukan nilai ketidakpastian pada proses kalibrasi timbangan digital analitis BL210S merk AND dengan tingkat ketelitian 0.1 mg, menggunakan batu timbang standar kelas F1 sehingga dapat diperoleh hasil ketidakpastian penimbangan.

METODOLOGI PENELITIAN

- Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi masa standar (batu timbang terkalibrasi)
- timbangan analitik kapasitas 210 g ketelitian 0.1 mg
- pinset yang bagian ujungnya berlapis plastik, digunakan untuk memegang batu timbang standar

Prosedur penelitian.

Timbangan diukur daya ulang pembacaan dan penyimpangan dari skala nominal dengan metode dari buku *The Calibration of Balances*, DB Prowse dan evaluasi ketidakpastian yang telah disesuaikan

dengan ISO GUM. Model matematis dari pengukuran yang dilakukan adalah :

$$C_i = M_i - (r_i - z_i)$$

keterangan :

C_i adalah koreksi yang dihitung untuk titik pengukuran ke- i

M_i adalah massa konvensional standar massa untuk titik pengukuran ke- i

r_i adalah rata-rata dari dua kali pembacaan berulang dengan beban untuk titik ke- i

z_i adalah rata-rata pembacaan tanpa beban untuk titik ke- i Daya ulang pembacaan timbangan

Pengamatan daya ulang pembacaan dilakukan dengan melakukan sepuluh kali pengukuran berulang untuk massa yang sama tanpa melakukan *adjustment* terhadap setting "nol" timbangan, termasuk fasilitas *autozero* timbangan. Simpangan baku dihitung dari perbedaan pembacaan timbangan (r) pada saat timbangan tidak diberi beban (z) dan pembacaan pada saat timbangan diberi beban (m) sehingga $r_i=m_i-z_i$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}}$$

Simpangan baku = (Renanta Hayu, 2003)

a. Penyimpangan dari nilai skala nominal

Diperoleh dengan melakukan penimbangan ganda untuk setiap pengukuran dengan menggunakan satu set anak timbangan yang telah dikalibrasi. Timbangan dipersiapkan dengan menjalankan sistem kalibrasi internal otomatis dan menonaktifkan sistem *autozero*. Urutan pengukuran meliputi catat pembacaan nol tanpa beban. Letakkan massa di atas pan, catat pembacaan dengan beban, angkat standar massa, catat pembacaan dengan beban, letakkan lagi standar massa di atas, setelah itu angkat standar massa dari pan dan catat pembacaan timbangan saat tanpa beban. Prosedur ini dilakukan untuk serangkaian penimbangan pada interval yang sama untuk setiap 10% kapasitas timbangan.

b. Perhitungan koreksi

Penimbangan pada skala nominal 180 g menggunakan standar batu timbang yang paling banyak, yaitu batu timbang dengan nominal 10 g, 20 g, 50 g, dan batu timbang nominal 100 g. Oleh karena itu pada titik penimbangan ini akan dilakukan perhitungan koreksi dan ketidakpastian penimbangan. Massa konvensional masing-masing batu timbang sesuai yang tercantum dalam sertifikat kalibrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Batu timbang yang digunakan pada penimbangan 180 g

Nominal (g)	Massa Konvensional (g)
10	10.000044
20*	19.999789
50	50.000069
100	100.000286
Total (M.)	180.000188

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

1. Hasil pengamatan penimbangan 180 g

Dari hasil pengamatan didapat data :

Tabel 2. Hasil Pengamatan Penimbangan 180

Pengamatan tanpa beban ke -1	180.0664
Pengamatan dengan beban ke -1	180.0663
Pengamatan dengan beban ke -2	0.0000
Pengamatan tanpa beban ke -2	0.0000

Rata rata perbedaan pengamatan tanpa beban dan dengan beban adalah 180.06635 sehingga koreksi pada titik skala nominal 180 g adalah $(180.000188 - 180.06635) = -0.066162 \text{ mg}$

2. Perhitungan ketidakpastian

Tahap lanjut dari proses kalibrasi massa adalah penghitungan ketidakpastian.

a. Ketidakpastian baku standar massa

Penimbangan pada nominal 180 g menggunakan 4 buah anak timbang standar yaitu 100 g, 50 g, 20 g, dan 10 g. Data yang relevan dari 4 buah anak timbang standar didapatkan dari sertifikat kalibrasi yang dikeluarkan oleh lembaga kalibrasi eksternal. Ketidakpastian kalibrasi dinyatakan dalam tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 3. Ketidakpastian Baku Standar Massa

Nominal (g)	Massa Konvensional (g)	Ketidakpastian (\pm mg)	Nilai K
10	10,000044	0,031	2
20*	19,999789	0,036	2
50	50,000069	0,041	2
100	100,000286	0,061	2

Nilai ketidakpastian U, diperoleh dengan rumus

$$U_1 = \sqrt{\frac{0,031^2 + 0,036^2 + 0,041^2 + 0,061^2}{2}}$$

Yang menghasilkan nilai $U_1 = 0,04376$

b. Ketidakpastian baku daya ulang pembacaan

Daya ulang pembacaan timbangan sebelumnya telah dihitung dan menghasilkan nilai standar deviasi maksimum 0.000057 mg (Isnaini, 2010). Ketidakpastiannya dihitung dengan rumus SD/\sqrt{n} .

Maka ketidakpastiannya, $u_2 = \frac{0,000057}{\sqrt{10}} = 0,00002 \text{ mg}$ dengan derajat kebebasannya diambil $I = 9$ dari jumlah pengamatan yang digunakan untuk menghitung standar deviasi timbangan, yaitu $n = 4$

c. Ketidakpastian baku resolusi timbangan

Resolusi timbangan untuk rentang ukur rendah adalah 0.1 mg. Dengan mengasumsikan skala dibulatkan ke nilai terdekat 0.1 mg maka terdapat kesalahan pembulatan sebesar 0.05mg diberikan dengan distribusi *rectangular*, sehingga ketidakpastian bakunya adalah:

$$u_3 = 0.05 / (3)^{0.5} = 0,02887 \text{ mg}$$

Karena taksiran semi-range ini merupakan batas terburuk maka derajat kebebasannya mempunyai nilai tak hingga. Untuk perhitungan maka digunakan nilai numerik yang sangat besar, yaitu:

$$v = 1.00 \text{ e+6}$$

d. Ketidakpastian baku karena pengaruh *buoyancy* udara

Pengaruh *buoyancy* udara terhadap pembacaan timbangan diasumsikan mempunyai semi-range 1 ppm, dengan distribusi *rectangular*, sehingga untuk nilai skala nominal 180 g, ketidakpastian bakunya adalah:

$$u_4 = 1000 \times (10^{-6} \times 180 \text{ g}) / (3^{1/2}) = 0,104 \text{ mg}$$

e. Ketidakpastian baku gabungan :

$$uc = \{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2\}^{1/2} = 0,1163962$$

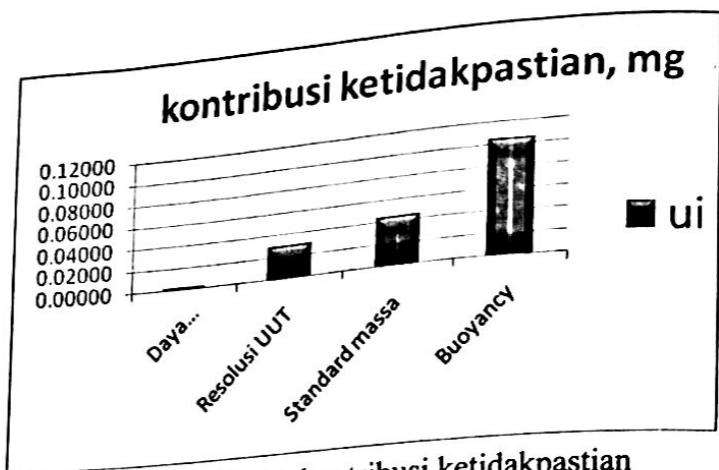
f. Ketidakpastian bentangan :

Dari perhitungan derajat kebebasan efektif diperoleh nilai derajat kebebasan 2998,125, sehingga dapat digunakan faktor cakupan $k=1,96$,

$$U = 1,96 \times 0,1163962 \text{ mg} = 0.23 \text{ mg}$$

Tabel 4. Kontribusi Ketidakpastian

<i>Component</i>	<i>Units</i>	<i>Dist.</i>	<i>U</i>	<i>Divisor</i>	<i>ui</i>	<i>Ci</i>	<i>uiCi</i>	$(uiCi)^2$	$(uiCi)^4 / ui$
Daya pengulangan	mg	Normal	5,68E-05	3,16	9	0,00002	1	0,00002	0,0000000
Resolusi UUT	mg	Rect.	0,05	1,73	1,00E+06	0,02887	1	0,02887	0,0008333
Standard massa	mg	Normal	0,0875	2,00	60	0,04376	1	0,04376	0,0019148
Buoyancy	mg	Rect.	0,18	1,73	1,00E+06	0,10392	1	0,10392	0,0108000
					<i>Sums</i>				0,0135481
									6,12218E-08
									<i>Combined Standard uncertainty, uc, mg</i>
									0,1163962
									<i>Derajat kebebasan efektif</i>
									2998,125
									<i>Coverage factor, k for Veff & CL 95 %</i>
									1,96
									<i>Expnded uncertainty, U = k uc, mg</i>
									0,23



Gambar 1. Grafik kontribusi ketidakpastian

KESIMPULAN

Hasil kalibrasi timbangan elektronik pada nilai skala nominal 180 g mempunyai koreksi -0.066162 mg dengan ketidakpastian $\pm 0,23$ mg

DAFTAR PUSTAKA

- Hayu, Renanta, Teknik Pengukuran & Analisis Data Kalibrasi Timbangan Elektronik, materi diklat, Yogyakarta, 2003
[Http://www.mutucertification.com/index.php?ar_id=1](http://www.mutucertification.com/index.php?ar_id=1), didownload pada maret 2010
 Isnaini, Perhitungan BMC kalibrasi timbangan analitis di Laboratorium Kalibrasi BBKB, Yogyakarta, 2010
 KAN, Suplemen Pedoman evaluasi dan pelaporan ketidakpastian pengukuran, Jakarta, 2002
 Noviyanti, Analisis pengawasan mutu dalam usaha meningkatkan mutu produk pada PT Anugrah Plastindo Lestari, Universitas Bina Nusantara, 2005
 Permana, W, Perhitungan statistik untuk penentuan ketidakpastian pengukuran dan evaluasi BMC: Materi diklat, Serpong, 2007
 Prowse, DB, "The Calibration of Balances", CSIRO, Australia, 1985