

TEKNIK KALIBRASI TIMBANGAN ELEKTRONIK MENGUNAKAN METODE CSIRO

Fuzi Marati Sholihah

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Soerjo Ngawi
Jl. Raya Ngawi Cepu Km 3 Ngawi Telp. (0351)749358
Email: fuzzimarati@yahoo.com

Abstrak

Pada Penelitian ini telah dilakukan kalibrasi timbangan elektronik menggunakan metode CSIRO. Timbangan elektronik telah dikalibrasi menggunakan metode ini. Hasil kalibrasi dianalisis menggunakan analisis ketidakpastian tipe A dan B. Ketidakpastian pengukuran merupakan parameter utama dalam penelitian ini. Analisis ketidakpastian tipe A dan B dilakukan untuk mengestimasi nilai ketidakpastian pengukuran hasil kalibrasi. Dengan mengetahui nilai ketidakpastian pengukuran dapat diketahui massa konvensional dari anak timbangan, koreksi pembacaan, dan *limit of performance*. Hasil kalibrasi timbangan elektronik dapat diterbitkan menggunakan sertifikat kalibrasi.

Kata kunci: kalibrasi, metode CSIRO, ketidakpastian

Abstract

This project have been calibrated electronic weight by using CSIRO method. Electronic weight have been calibrated by using CSIRO method. Calibration result analyzed using type A and B evaluation of standard of uncertainty. Measurement uncertainty is main parameter in this research. Type A and B evaluation of standard of uncertainty were do for estimation measurement uncertainty value calibration result. As measurement uncertainty value has been known, it can be known conventional mass for weight piece, reading corection, limit of performance. Calibration result of electronic weight can publish using calibration certificate.

Keywords : calibration, CSIRO method, uncertainty

1. PENDAHULUAN

Pengukuran merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan nilai suatu besaran (Roland, 2000). Untuk mengukur diperlukan alat ukur. Alat ukur yang digunakan tergantung kepada besaran ukur yang nilainya ingin dicari. Salah satu alat ukur yang vital adalah alat ukur timbang atau timbangan. Alat ukur timbang telah lama dipergunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk perdagangan eceran maupun perdagangan besar. Kegiatan penimbangan bertujuan untuk mendapatkan nilai suatu besaran massa. Hasil penimbangan hanya merupakan estimasi terbaik dari nilai sebenarnya berdasarkan data-data yang didapatkan. Estimasi hasil penimbangan yang sering dilakukan dalam kehidupan sehari-hari masih mengandung keragu-raguan, keragu-raguan mengacu kepada ketidakpastian pengukuran (Ibrahim, 1998).

Kalibrasi sendiri merupakan serangkaian kegiatan yang bertujuan menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu tertelusur pada standar nasional maupun internasional. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode CSIRO. Anak timbangan

yang digunakan adalah anak timbangan kelas M_1 . Hasil yang didapatkan dari kegiatan kalibrasi pada penelitian ini adalah mengetahui nilai kebenaran konvensional dari timbangan yang dikalibrasi menggunakan standar kelas M_1 . Mengetahui kualitas hasil pengukuran, dengan melihat nilai ketidakpastian hasil kalibrasi timbangan elektronik. Kegiatan kalibrasi dapat dievaluasi menggunakan evaluasi ketidakpastian tipe A dan B (Kim, 2005).

Ketidakpastian tipe A adalah sesuatu yang dapat dievaluasi hanya jika pengukuran dilakukan lebih dari satu kali. Parameter untuk ketidakpastian tipe A adalah rata-rata, sedangkan parameter ketidakpastian bakunya didapat dari SBRE (ESDM), yaitu simpangan baku dari kumpulan nilai-nilai pengukuran dibagi dengan akar kuadrat dari banyaknya pengukuran. Derajat kebebasan untuk tipe A adalah banyaknya pengukuran dikurangi satu.

Berbeda dengan ketidakpastian tipe A yang besarnya dapat dihitung dari hasil pengukuran yang nyata, maka pada tipe B besarnya ketidakpastian hanya bisa ditentukan dari perkiraan. Ada beberapa pemerkiraan yang harus dilakukan atas suatu komponen ketidakpastian tipe B yaitu batas sebaran, jenis sebaran, dan ketidakpastian relatif. Batas sebaran dinyatakan sebagai setengah dari rentang

sebaran itu, yang disebut sebagai setengah paruh (*semi-range*) dengan notasi a . Ketidakpastian baku untuk setiap jenis sebaran adalah rentang paruh dibagi suatu faktor cakupan. Nilai faktor cakupan tersebut tergantung dari jenis sebaran dan tingkat kepercayaan nilai batas tersebut yang ditunjukkan pada Tabel 1. Tingkat kepercayaan di sini adalah kebolehjadian bahwa batas sebaran yang dinyatakan itu mencakup semua nilai yang tersebar (Kim, 2005).

Ketidakpastian Baku

$$u = SBRE = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Tabel 1. Nilai-nilai Faktor Cakupan untuk Tiap-tiap Jenis Sebaran dan Tingkat Kepercayaan (PPI-KIM, 2005)

Ketidakpastian Baku $u = \frac{a}{D}$		
Jenis Sebaran	Tingkat kepercayaan	D=
Normal	50%	0,683
Normal	68%	1
Normal	90%	1,6
Normal	95%	2
Normal	99%	2,6
Normal	99,7% ($\approx 100\%$)	3
Persegi		$\sqrt{3}$
Segitiga		$\sqrt{6}$
Trapezoid		$\sqrt{(1 + \beta^2)}/6$

Derajat Kebebasan

$$v = n - 1 \quad (2)$$

Derajat kebebasan efektif merupakan penggabungan dari semua derajat kebebasan. Derajat kebebasan efektif dihitung dari ketidakpastian gabungan yang dapat dituliskan dalam persamaan *Welch-Satterthwait*.

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum \frac{c_i^4 u_i^4}{v_i}} \quad (3)$$

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di UPT laboratorium pusat MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Alat

yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan elektronik Ohaus Analytical-Plus, anak timbangan kelas M_1 , thermometer, barometer, higrometer, pinset, *software origin pro 8*, sarung tangan, kuas untuk membersihkan.

Prosedur percobaan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain. Pertama persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Kedua kegiatan pra kalibrasi meliputi, menghidupkan timbangan dan memanaskan sesuai dengan petunjuk. Apabila dipetunjuk tidak ada dipanaskan minimal 30 menit. Melakukan kalibrasi internal. Memeriksa kondisi ruangan (suhu, tekanan, kelembapan udara) yang akan digunakan untuk mengkalibrasi. Meletakkan anak timbangan didekat timbangan supaya suhu udaranya sama.

Kedua mengkalibrasi timbangan yang ada di UPT laboratorium MIPA pusat sub lab fisika dengan menggunakan anak timbangan standar kelas F_1 .

Ketiga mengkalibrasi anak timbangan kelas M_1 . Setelah anak timbangan kelas M_1 dikalibrasi kemudian digunakan untuk mengkalibrasi timbangan elektronik yang ada di lingkungan UNS. Semua hasil kalibrasi dianalisis menggunakan analisis ketidakpastian tipe A dan B.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan kalibrasi kalibrasi timbangan elektronik ohaus analytical plus menggunakan metode CSIRO. Anak timbangan yang dikalibrasi adalah anak timbangan kelas M_1 dan anak timbangan yang bukan standar lainnya. Anak timbangan standar yang digunakan untuk mengkalibrasi adalah anak timbangan kelas F_1 . Salah satu contoh timbangan elektronik dan anak timbangan yang sudah dikalibrasi ditunjukkan pada hasil dan pembahasan berikut ini.

a. Hasil Kalibrasi Timbangan Ohaus Analytical-Plus

Hasil kalibrasi timbangan Ohaus Analytical-Plus milik UPT laboratorium pusat MIPA sub lab fisika Universitas Sebelas Maret. Timbangan ini memiliki resolusi 0,0001 g, kapasitas maksimum 200 g. Timbangan ini dikalibrasi dengan menggunakan anak timbangan kelas M_1 . Dilihat dari resolusinya, timbangan ini termasuk dalam timbangan kelas I (timbangan ketelitian khusus), karena memiliki resolusi yang kecil (4 digit dibelakang koma).

1. Hasil pengujian daya ulang pembacaan timbangan Ohaus Analytical-Plus ditunjukkan pada

Tabel 2. Pengujian daya ulang pembacaan dilakukan pada titik ukur penimbangan 50% dan 100% dari kapasitas maksimum. Pengujian daya ulang pembacaan dilakukan secara berulang sebanyak sepuluh kali perulangan. Pada Tabel 2 dapat diketahui nilai simpangan baku daya ulang pembacaan timbangan. Kemampuan timbangan untuk menunjukkan nilai yang sama ditunjukkan oleh simpangan baku. Nilai simpangan baku dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (4)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

Nilai simpangan baku yang dihasilkan sebesar 0,0000 g baik pada beban penimbangan 100 g maupun 200 g. Nilai simpangan baku tersebut dapat diestimasi sebagai ketidakpastian hasil pengukuran sebesar 0,0000 g.

Tabel 2. Daya Ulang Pembacaan Ohaus Analytical-Plus

Beban (g)	Simpangan Baku (g)
100	0,0000
200	0,0000

2. Hasil pengujian penyimpangan penunjukan timbangan Ohaus Analytical-Plus ditunjukkan pada Tabel 3. Tujuan dari proses pengujian penyimpangan penunjukan adalah menunjukkan koreksi yang diberikan oleh nilai yang ditunjukkan oleh timbangan. Koreksi pembacaan timbangan yaitu apabila dilakukan penimbangan pada tiap titik ukur. Titik ukur diambil dari 1/10 dari kapasitas maksimum timbangan. Pada Tabel 3 dapat diketahui nilai dari pembacaan titik ukur penimbangan, koreksi pembacaan, dan ketidakpastian pengukuran. Ketidakpastian pengukuran dapat dihitung menggunakan persamaan 6 dan 7.

Ketidakpastian gabungan

$$u_c = \sqrt{\sum_i^n (c_i u_i)^2} \quad (6)$$

$$U_{95} = k U_c \quad (7)$$

Pembacaan titik ukur penimbangan dapat diestimasi sebagai nilai terbaik dari penimbangan suatu beban. Perbedaan antara massa konvensional

dengan pembacaan titik ukur penimbangan didapatkan sebagai koreksi pembacaan penimbangan. Dari persamaan (6) dikalikan dengan faktor cakupan (k) akan didapatkan nilai ketidakpastian bentangannya [1]. Nilai ketidakpastian pengukuran pada Tabel 3 dipengaruhi oleh besarnya nilai ketidakpastian anak timbangan standar yang digunakan sebagai titik ukur.

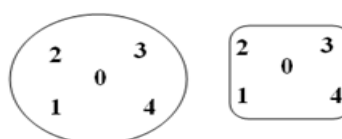
Tabel 3. Penyimpangan Penunjukan Ohaus Analytical-Plus

Pembacaan g	Koreksi g	Ketidakpastian g
119,7252	0,2750	0,0002
139,6794	0,3208	0,0003
159,6336	0,3665	0,0003
179,5878	0,4124	0,0004
199,5423	0,4580	0,0003
19,9543	0,0458	0,0001

Tabel 3. Penyimpangan Penunjukan Ohaus Analytical-Plus

39,9085	0,0917	0,0001
60,0001	0,1375	0,0002
79,8168	0,1834	0,0002
99,7708	0,2292	0,0002

3. Hasil pengujian efek pembebanan tidak terpusat timbangan Ohaus Analytical-Plus ditunjukkan pada Tabel 4. Tujuan dari efek pembebanan tidak terpusat adalah untuk mengetahui nilai besaran yang diinginkan apabila penimbangannya dilakukan pada posisi (0, 1, 2, 3, 4). Mengacu pada Gambar 1 dapat diketahui 5 posisi penimbangan efek pembebanan tidak terpusat (0, 1, 2, 3, 4). Hasil pengujian efek pembebanan tidak terpusat ditunjukkan pada Tabel 4. Pada masing-masing posisi penimbangan (0, 1, 2, 3, 4) terdapat perbedaan pembacaan, yang menunjukkan adanya koreksi pembacaan. Pada timbangan Ohaus Analytical-Plus perbedaan maksimum terdapat pada posisi 2 sebesar 0,0002 g.



5 posisi anak timbangan

Gambar 1. Posisi Anak Timbangan

Tabel 4. Pembebanan Tidak Terpusat Ohaus Analytical-Plus

Posisi	Perbedaan Pembacaan (g)	Perbedaan Maksimum (g)
0	0,0000	
1	0,0001	
2	0,0002	0,0002
3	0,0001	
4	0,0001	

4. Hasil pengujian histerisis timbangan Ohaus Analytical-Plus. Pengujian histerisis merupakan perbedaan penunjukan timbangan ketika nilai besaran yang sama diukur dengan menambah atau mengurangi nilai besaran tersebut. Pengujian histerisis dilakukan pada beban 100 g didapatkan hasil sebesar 0,0000 g. berarti pada saat penimbangan beban 100 g ditambahkan atau dikurangkan dengan suatu beban, skala penunjukan akan menunjukkan adanya perbedaan 0,0000 g. Perbedaan penunjukan kemungkinan karena pada saat penimbangan dipengaruhi oleh faktor getaran, gesekan dan angin. Sehingga skala penunjukan menunjukkan hasil yang berbeda.

5. Persamaan regresi timbangan Ohaus Analytical-Plus. Hasil persamaan regresi yang diolah menggunakan *software origin pro 8* adalah: $m_i(g) = 0,0000 + 1,0023x_i$. Persamaan ini dapat diestimasi setiap naik satu satuan penunjukan pembacaan timbangan ke- i (x_i) maka besarnya massa suatu benda ke- i (m_i) akan naik sebesar 1,0023 dengan koreksi kesalahan sebesar (0,0000). Persamaan regresi akan menghasilkan standar *error* regresi yang nantinya akan mempengaruhi besarnya ketidakpastian pengukuran.

6. *Limit of performance* timbangan Ohaus Analytical-Plus. *Limit of performance* dapat diestimasi terdapat rentang toleransi kemungkinan semua pembacaan timbangan. Pada timbangan ini dihasilkan LOP sebesar 0,4580 g. Besarnya koreksi maksimum penyimpangan penunjukan dan juga ketidakpastian terentang akan berakibat pada LOP. Dari semua pembacaan timbangan rentang toleransi kesalahan dalam penggunaan alat ukur yang diijinkan sebesar 0,4580 g.

b. Hasil Kalibrasi Anak Timbangan Menggunakan Anak Timbangan Standar Kelas M_1

Hasil kalibrasi anak timbangan milik UPT laboratorium pusat MIPA sub lab fisika Universitas Sebelas Maret Surakarta yang dikalibrasi menggunakan anak timbangan kelas M_1 ditunjukkan pada Tabel 6. Dari Tabel 6 diketahui hasil kalibrasi anak timbangan berupa massa konvensional dan ketidakpastian pengukuran. Massa hasil kalibrasi ditunjukkan oleh massa konvensional, dapat diestimasi sebagai nilai sebenarnya dari anak timbangan. Pada persamaan 7 dapat diketahui nilai ketidakpastian pengukuran anak timbangan tersebut. Ketidakpastian pengukuran anak timbangan dapat diestimasi sebagai besarnya nilai ralat yang harus diberikan pada masing-masing anak timbangan. Perbedaan dengan hasil kalibrasi anak timbangan sebelumnya adalah anak timbangan standar yang digunakan, anak timbangan standar yang digunakan adalah kelas M_1 , sehingga pada saat dianalisis nilai ketidakpastian massa standarnya juga berbeda. Ketidakpastian bentangan yang diperoleh akan berbeda.

Tabel 6. Kalibrasi Anak Timbangan Menggunakan Standar M_1

Nominal (g)	Massa Konvensional (g)	Ketidakpastian \pm (g)
0,05	0,0487	0,0005
0,1	0,1003	0,0005
0,2	0,1977	0,0005
0,5	0,5014	0,0005
1	0,9932	0,0005
2	1,9956	0,0005
2	1,9943	0,0005
5	4,9954	0,0005
10	10,0045	0,0168
10	10,0036	0,0067
20	19,9827	0,0003
50	50,0129	0,0005

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan:

Setiap massa konvensional anak timbangan yang dikalibrasi menggunakan anak timbangan standar kelas M_1 mempunyai rata-rata total kesalahan

sebesar 0,0078 g. Rata-rata nilai ketidakpastian yang didapatkan dari hasil kalibrasi timbangan elektronik Ohaus Analytical-Plus milik UPT laboratorium pusat MIPA sub lab fisika 0,0002 g.

5. SARAN

Penelitian ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu disarankan:

1. Kegiatan kalibrasi terhadap berbagai alat ukur khususnya timbangan sebaiknya dilakukan setiap satu tahun sekali.

2. Perlu dilakukan kalibrasi timbangan standar menggunakan anak timbangan yang memiliki ketelitian lebih dari anak timbangan kelas F_1 .

6. DAFTAR PUSTAKA

- EA-04/02, 1999. "*Expression of the Uncertainty of Measurement Calibration Letter*".
- Ibrahim, T., 1998. "*Peneraan Timbangan Buku-1*", Widyasiswara utama Pratama. Bandung.
- PPI-KIM, 2005. "*Ketidakpastian Pengukuran (PK-06)*", Graha widia Bakti Puspitek. Serpong.
- Roland., W, 2000. "*The Art Of Measurement*", Prentice. Hall ptr.