



Uji Kalibrasi (Ketidakpastian Pengukuran) Neraca Analitik di Laboratorium Biologi FMIPA UNNES

Ni Luh Tirtasari ✉

Lab. Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D11 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima: Juli 2017

Disetujui: Agustus 2017

Dipublikasikan: Agustus 2017

Keywords:

*analytical balance
calibration
uncertainty of measurement*

Abstrak

Salah satu instrumen di laboratorium Biologi FMIPA UNNES adalah neraca analitik digital yang telah dipakai untuk menimbang dalam pembuatan larutan atau sampel, akan tetapi hampir tidak pernah dilakukan pengujian kalibrasi dan verifikasi kinerja secara berkala, sehingga akurasinya perlu dipertanyakan. Oleh karena itu dalam penelitian ini telah dicoba dilakukan uji kalibrasi dan pengukuran ketidakpastian pengukuran dari neraca analitik digital yang ada di laboratorium biologi FMIPA UNNES. Uji kalibrasi meliputi kemampuan baca timbangan, daya ulang pembacaan timbangan, penyimpangan dari nilai skala nominal, serta diuji pengaruh posisi pembebanan dan pengaruh histerisis dari timbangan. Dari hasil kalibrasi diperoleh bahwa timbangan KERN ABJ milik sub unit laboratorium mikrobiologi sebaiknya digunakan untuk menimbang beban minimum 0,00310 g, dan sebaiknya menghindari penimbangan pada posisi beban sebelah kanan dari pan serta timbangan memiliki ketidakpastian pengukuran sebesar $\pm 0,00414$ g. Timbangan OHAUS pioneer milik sub unit laboratorium biologi molekuler dalam kondisi kurang baik digunakan serta memiliki ketidakpastian pengukuran sebesar $\pm 0,12622$ g yang terlalu besar. Direkomendasikan timbangan ini untuk diservice dan dilakukan kalibrasi ulang guna menghasilkan hasil pengukuran yang akurat dan tepat.

Abstract

One of the instruments in the Biology laboratory of FMIPA UNNES is a digital analytical balance which has been used to weigh in the manufacture of solutions or samples, but almost never performed calibration testing and performance verification on a regular basis, so the accuracy is questionable. Therefore in this research has been tested by calibration test and measurement of measurement uncertainty from digital analytical balance that exist in biology laboratory of FMIPA UNNES. The calibration test includes reading scales, re-reading of scales, deviations from nominal scale values, and tested the influence of the loading position and the hysteresis effect of the scales. From the calibration results it was found that the KERN ABJ scales belonging to the microbiology laboratory sub-unit should be used to weigh the minimum load of 0.00310 g, and should avoid weighing on the right load position of the pan and the scales have a measurement uncertainty of ± 0.00414 g. The OHAUS pioneer scales belonging to the sub-unit of the molecular biology laboratory are not well used and have a measurement uncertainty of ± 0.12622 g which is too large. It is recommended that the scales be diserved and re-calibrated to produce accurate and precise measurement results.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: niluhtirtasari@gmail.com

p-ISSN 2252-6951
e-ISSN 2502-6844

Pendahuluan

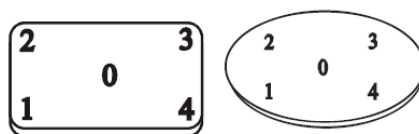
Pengukuran merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan nilai suatu besaran. Kegiatan pengukuran mempunyai dampak yang luas terhadap ilmu pengetahuan, kehidupan pribadi manusia dan masyarakat dalam meningkatkan efisiensi. Kehidupan modern makin dicirikan oleh canggihnya perangkat untuk memperoleh data. Manusia modern makin bergantung kepada kegiatan mendapatkan data yang secara teknis dinamakan pengukuran. Dengan demikian manusia dapat memantau dan mengendalikan kehidupannya secara ketat dan efisien. Peranan pengukuran dalam kehidupan manusia semakin terasa vital dan imperatif (Ibrahim; 1998). Untuk mengukur diperlukan alat ukur. Alat ukur yang digunakan tergantung pada besaran ukur yang nilainya ingin diukur. 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. Data-data yang didapatkan dari hasil penimbangan hanya merupakan estimasi. Estimasi hasil penimbangan masih mengandung keraguan. Keraguan yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat diartikan sebagai nilai ketidakpastian. Ketidakpastian itu sendiri dapat diartikan ukuran reliabilitas suatu hasil pengukuran sehingga ketidakpastian menentukan mutu dari hasil pengukuran (Subeno; 2009). Nilai ketidakpastian dapat diperoleh dengan cara mengkalibrasi alat ukur khususnya timbangan. Kalibrasi 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. Hasil yang didapatkan dari kegiatan kalibrasi adalah mendapatkan kesalahan penunjukan, nilai pada tanda skala, faktor kalibrasi, atau faktor kalibrasi lainnya (LIPI; 2008).

Banyak sekali metode yang digunakan untuk mengkalibrasi anak timbangan dan timbangan elektronik antara lain: metode OIML (*Organisation International Metrologie Legal*), Euromet, CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*), metode kalibrasi KAN (Komite Akreditasi Nasional) dan lain sebagainya. Metode CSIRO berasal dari Australia. Metode ini masih mengacu pada OIML. Pengujian penimbangan daya ulang pembacaan pada metode CSIRO, perulangannya lebih banyak dilakukan jika dibandingkan dengan metode yang lain. Menurut sistem internasional (SI) satuan massa adalah kilogram (kg) (LIPI; 2008). Satu kilogram didefinisikan sebagai prototipe kilogram internasional yang dibuat dari paduan 90% platinum dan 10% iridium dengan densitas 21500 kg/m³ (OIML R 111-1; 2004). Anak timbangan satu kg dihasilkan dari kesepakatan internasional. Anak timbangan ini disimpan di Paris Prancis. Anak timbangan ini biasa disebut sebagai anak timbangan kelas E0. Anak timbangan E0 diturunkan menjadi anak timbangan kelas E1. Anak timbangan ini digunakan sebagai standar nasional yang disimpan pada tiap negara. Turunan dari anak timbangan kelas E1 adalah E2, F1, F2, M1 dan M2. Anak timbangan yang bisa digunakan untuk mengkalibrasi adalah kelas E2, F1, F2, M1 dan M2. Kalibrasi anak timbangan bisa dilakukan menurun mulai dari anak timbangan E2, F1, F2, M1 sampai M2, tetapi proses kalibrasi tidak bisa dilakukan sebaliknya. Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode CSIRO. Anak timbangan yang digunakan adalah anak timbangan kelas M1.

Proses pengukuran khususnya penimbangan dilakukan di laboratorium Biologi FMIPA UNNES hampir setiap hari. Timbangan elektronik dan anak timbangan yang digunakan dalam proses penimbangan hampir semuanya belum pernah dikalibrasi. Perlu dilakukan kalibrasi anak timbangan dan timbangan elektronik supaya dapat mengetahui nilai ketidakpastian pengukuran serta kualitas hasil dari alat ukur tersebut.

Metode

Dilakukan kalibrasi terhadap 2 buah timbangan yang berada di laboratorium mikrobiologi (merek KERN ABJ) dan laboratorium biologi molekuler (merek OHAUS pioneer), dengan menggunakan anak timbangan kelas M1. Pengujian kalibrasi meliputi kemampuan baca timbangan, daya ulang pembacaan timbangan, penyimpangan dari nilai skala nominal, serta diuji pengaruh posisi pembebanan dan pengaruh histeresis dari timbangan. Pengujian kemampuan baca timbangan diukur menggunakan resolusi timbangan, daya ulang pembacaan timbangan dilakukan pada nilai 100% beban (200 g) dan 50% beban (100 g), penyimpangan dari nilai skala nominal dilakukan pada 10 titik beban dengan range 1/10 dari kemampuan beban maksimum. Efek posisi pembebanan dilakukan pengujian pada 5 posisi seperti terlihat pada Gambar 1. Efek histeresis dilakukan penimbangan dengan menambah dan mengurangi beban tambahan pada kondisi 50% beban maksimum. Dari data kemampuan baca timbangan timbangan, daya ulang pembacaan timbangan, penyimpangan dari nilai skala nominal digunakan untuk menghitung ketidakpastian gabungan.



Gambar 1. Posisi anak timbangan

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini telah dilakukan kalibrasi menggunakan metode CSIRO. Anak timbangan yang digunakan untuk mengkalibrasi adalah anak timbangan kelas M1 dan kalibrasi untuk timbangan elektronik yang berada di lingkungan laboratorium biologi. Tujuan dari kalibrasi timbangan elektronik ini untuk mengetahui nilai ketidakpastian suatu pengukuran. Timbangan standar yang digunakan di laboratorium biologi adalah Kern ABJ dan Ohaus Pioneer. Anak timbangan yang sudah dikalibrasi digunakan untuk mengkalibrasi timbangan elektronik yang berada di laboratorium biologi di sub unit laboratorium mikrobiologi dan laboratorium biologi molekuler. Hasil kalibrasi timbangan elektronik diolah menggunakan analisis ketidakpastian.

Hasil kalibrasi timbangan elektronik KERN ABJ milik sub unit laboratorium mikrobiologi dengan beban maksimal 220 g dan minimal 10 mg. Timbangan ini termasuk timbangan dengan ketelitian khusus dan memiliki resolusi yang kecil yaitu empat digit dibelakang koma. Ketidakpastian dari kemampuan baca timbangan diperoleh dari resolusi timbangan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung ketidakpastian kemampuan baca timbangan sebagai berikut:

$$U_r = \frac{\text{Resolusi}/2}{\sqrt{3}}$$

Karena resolusi dari timbangan sebesar 0,001 gram, maka besaran ketidakpastian kemampuan baca timbangan $U_r = 0,00029$ g.

Daya ulang pembacaan timbangan dilakukan dengan cara menimbang pada 100% kapasitas maksimum dan 50% kapasitas maksimum timbangan. Hasil penentuan daya ulang pembacaan Timbangan KERN ABJ dengan beban 200 g diperoleh standar deviasi sebesar 0,00040 g dan pada beban 100 g diperoleh standar deviasi sebesar 0,00012 g. Besaran ketidakpastian standar dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$U_t = \frac{\sigma_{maks}}{\sqrt{n}}$$

Karena σ_{maks} adalah 0,00040 g (standar deviasi terbesar) dan jumlah data ada 10 sehingga besaran ketidakpastian standar $U_t = 0,00013$ g.

Penyimpangan dari nilai skala nominal dihitung dengan menggunakan nilai koreksi massa konvensional dengan massa terukur. Besaran ketidakpastian massa standar dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$U_{MC} = \frac{\sqrt{\sum(UM_i)^2}}{2}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh besaran $(UM_i)^2$ adalah 0,00000837 sehingga besaran $U_{MC} = 0,00205$ g. Batas unjuk kerja timbangan dihitung menggunakan persamaan:

$$F = 2\sigma_{maks} + Q$$

Karena nilai koreksi massa konvensional dengan massa terukur terbesar yang diperoleh sebesar 0,0023 g yang disebut juga dengan nilai koreksi maksimum (Q), maka batas unjuk kerja timbangan F sebesar 0,00310 g. Besaran ini menunjukkan timbangan dapat digunakan untuk menimbang beban minimum sebesar 0,00310 g. Adapun besaran ketidakpastian gabungan dari timbangan pada taraf signifikansi 95% dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$U_{95} = \pm 2\sqrt{(U_r)^2 + (U_t)^2 + (U_{MC})^2}$$

Dari seluruh data diperoleh besaran ketidakpastian gabungan dari timbangan sebesar $U_{95} = \pm 0,00414$ g.

Efek pembebanan tidak terpusat (0, 1, 2, 3, 4) pada masing-masing penimbangan diketahui simpangan baku maksimum terlihat pada posisi 3 dan 4 yaitu sebesar 0,00255 dan 0,00265, sedang pada posisi 0, 1 dan 2 memiliki simpangan baku yang kecil. Saran untuk penimbangan sebaiknya menghindari peletakan beban pada posisi 3 dan 4 (posisi kanan sebelah depan dan kanan sebelah belakang) agar hasil penimbangan memiliki akurasi yang tinggi.

Pengujian histerisis bertujuan untuk mengetahui keterbatasan dari alat ukur yang dikalibrasi. Pengujian ini dilakukan pada beban 100 g yang didapatkan selisih hasil sebesar 0,000025 g. Pada saat

pengujian histerisis, beban 100 g yang ditambahkan dan yang dikurangi dengan beban yang lain, skala penunjukannya akan menunjukkan adanya perbedaan 0,000025 g. Perbedaan penunjukkan kemungkinan karena pada saat penimbangan dipengaruhi oleh faktor getaran, gesekan dan angin. Sehingga skala penunjukan menunjukkan hasil yang berbeda. Semakin kecil efek histerisis menunjukkan timbangan memiliki presisi yang tinggi. Efek histerisis dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Hysterisis} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4) - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)}{4}$$

Hasil kalibrasi timbangan elektronik OHAUS pioneer milik sub unit laboratorium biologi molekuler dengan beban maksimal 220 g dan minimal 10 mg. Timbangan ini termasuk timbangan dengan ketelitian khusus dan memiliki resolusi yang kecil yaitu empat digit dibelakang koma. Ketidakpastian dari kemampuan baca timbangan diperoleh dari resolusi timbangan. Karena resolusi dari timbangan sebesar 0,001 gram, maka besaran ketidakpastian kemampuan baca timbangan $U_r = 0,00029$ g.

Daya ulang pembacaan timbangan dilakukan dengan cara menimbang pada 100% kapasitas maksimum dan 50% kapasitas maksimum timbangan. Hasil penentuan daya ulang pembacaan Timbangan OHAUS pioneer dengan beban 200 g diperoleh standar deviasi sebesar 0,00032 g dan pada beban 100 g diperoleh standar deviasi sebesar 0,00064 g. Karena σ_{maks} adalah 0,00064 g (standar deviasi terbesar) dan jumlah data ada 10 sehingga besaran ketidakpastian standar $U_t = 0,01265$ g.

Penyimpangan dari nilai skala nominal dihitung dengan menggunakan nilai koreksi massa konvensional dengan massa terukur. Dari hasil perhitungan diperoleh besaran $(UM_i)^2$ adalah 0,001529000 sehingga besaran $U_{MC} = 0,06183$ g. Batas unjuk kerja timbangan dihitung dengan melihat nilai koreksi massa konvensional dengan massa terukur terbesar yang diperoleh sebesar 0,0725 g yang disebut juga dengan nilai koreksi maksimum (Q), maka batas unjuk kerja timbangan F sebesar 0,07378 g. Besaran ini menunjukkan timbangan dapat digunakan untuk menimbang beban minimum sebesar 0,07378 g. Adapun besaran ketidakpastian gabungan dari timbangan pada taraf signifikansi 95% dari timbangan sebesar $U_{95} = \pm 0,12622$ g.

Efek pembebanan tidak terpusat (0, 1, 2, 3, 4) pada masing-masing penimbangan diketahui simpangan baku maksimum terlihat pada semua posisi yaitu antara sebesar 0,03582-0,03678 g, hal ini menunjukkan timbangan dalam kondisi tidak baik. Pengujian histerisis bertujuan untuk mengetahui keterbatasan dari alat ukur yang dikalibrasi. Pengujian ini dilakukan pada beban 100 g yang didapatkan selisih hasil sebesar 0,00005 g. Pada saat pengujian histerisis, beban 100 g yang ditambahkan dan yang dikurangi dengan beban yang lain, skala penunjukannya akan menunjukkan adanya perbedaan 0,00005 g. Perbedaan penunjukkan kemungkinan karena pada saat penimbangan dipengaruhi oleh faktor getaran, gesekan dan angin. Sehingga skala penunjukan menunjukkan hasil yang berbeda. Semakin kecil efek histerisis menunjukkan timbangan memiliki presisi yang cukup tinggi.

Simpulan

Timbangan KERN ABJ milik sub unit laboratorium mikrobiologi sebaiknya digunakan untuk menimbang beban minimum 0,00310 g, dan menghindari penimbangan pada posisi beban sebelah kanan dari pan serta timbangan memiliki ketidakpastian pengukuran sebesar $\pm 0,00414$ g. Timbangan OHAUS pioneer milik sub unit laboratorium biologi molekuler dalam kondisi kurang baik digunakan serta memiliki ketidakpastian pengukuran sebesar $\pm 0,12622$ g yang terlalu besar. Direkomendasikan timbangan ini untuk diservice dan dilakukan kalibrasi ulang guna menghasilkan hasil pengukuran yang akurat dan tepat.

Daftar Pustaka

- Tarangono, A. 2000. *Sains Fisika*. Bumi Aksara: Jakarta
- Subeno, E. 2009. *Ketidakpastian Pengukuran*. Balai metrologi Semarang: Semarang
- Girard, G. 1992. *The Third Periodic Verivication of National Prototypes of The Kilogram Letter*
- Harsojo. 2012. *Kajian Kalibrasi Timbangan Analitik dengan Penjaminan Mutu ISO 17025*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng dan DIY. Purworejo
- KAN. 2003. *Pedoman Evaluasi dan Pelaporan Ketidakpastian Pengukuran*. http://p.php.deptan.go.id/layanan_informasi/mutu_dan_standarisasi/lainlain/codex_allimentarious_commission/kanLIPI
2008. *Pelatihan dan Teknik Pengukuran Massa*. UPT Balai Pengembangan Instrumentasi: Bandung
- Murray. 2004. *Analisis Statistik dan Probabilitas*. Erlangga: Jakarta

- OIML R 111-1. 2004. *Weights of Classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3 Part: Test Report Format. Edition 2004(E)*
- OIML R-76. 1994 *Non-automatic Weighing Instruments Part 1: Metrological Requirements -Tests, edition 1992 with Supplement*
- PPI-KIM. 2005. *Ketidakpastian Pengukuran (PK-06)*. Graha Widia Bakti PUSPITEK: Serpong
- Ronald, W. 2000. *The Art of Measurement*. Prentice: Hall Ptr
- Ibrahim, T. 1998. *Peneraan Timbangan Buku-1*. Widyasiswara Utama Pratama: Bandung
- Veera, T. 2005. *Calibration of Mass as Thailand's National Standard Mass Force and Torque Letter*. Volume 1