

LAMPIRAN

Konsep Dasar Metrologi, Pengukuran Dan Kalibrasi



PT Global Quality Indonesia melakukan pelatihan kalibrasi kepada peserta eksternal, pelatihan diantaranya lingkup kalibrasi bidang dimensi. Dalam melakukan pelatihan kalibrasi, PT Global Quality Indonesia mamaparkan materi pelatihan mengenai pembukaan konsep dasar metrologi yang dibarengi dengan materi pengukuran dan kalibrasi.

1. Metrologi

1.1. Definisi Metrologi

Metrologi ilmu pengukuran adalah disiplin ilmu yang mempelajari cara-cara pengukuran, kalibrasi dan akurasi di bidang industri, ilmu pengetahuan dan teknologi.¹ Metrologi mencakup tiga hal utama:

- 1) Penetapan definisi satuan-satuan ukuran yang diterima secara internasional (seperti misalnya meter)
- 2) Perwujudan satuan-satuan ukuran berdasarkan metode ilmiah (misalnya perwujudan nilai meter menggunakan sinar laser)
- 3) Penetapan rantai ketertelusuran dengan menentukan dan merekam nilai dan akurasi suatu pengukuran dan menyebarluaskan pengetahuan itu (misalnya hubungan antara nilai ukur suatu mikrometer ulir di bengkel dan standar panjang di laboratorium standar).²

¹A Praba Dridjarkara, (2005), Metrologi: Sebuah Pengantar, Pusat Penelitian Kalibrasi, Instrumentasi, dan Metrologi.

²Preben Howarth, (2008), *Metrology in Short 3rd Ed.*

1.2. Kelompok Kategori Metrologi

Dalam konsep dasar metrologi, metrologi itu sendiri terdiri dari 3 pengelompokan yaitu:

- 1) Metrologi ilmiah yang berhubungan dengan pengaturan dan pengembangan standar-standar pengukuran dan pemeliharannya (tingkat tertinggi).
- 2) Metrologi Industri yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem pengukuran dan alat-alat ukur di industri berfungsi dengan akurasi yang memadai, baik dalam proses persiapan, produksi, maupun pengujiannya.
- 3) Metrologi Legal: berkaitan dengan pengukuran yang berdampak pada transaksi ekonomi, Kesehatan, dan keselamatan.²

2. Pengukuran

2.1. Definisi Pengukuran

Pengukuran merupakan suatu aktifitas dan atau tindakan membandingkan suatu besaran yang belum diketahui nilainya atau harganya terhadap besaran lain yang sudah diketahui nilainya, misalnya dengan besaran standar.³

2.2. Besaran Standar

Besaran adalah standar yang digunakan dalam pengukuran. Besaran terdiri dari dua jenis:

- 1) Besaran pokok, yaitu besaran yang sesuai dengan standar internasional, berdiri sendiri, dan dapat dijadikan acuan.
- 2) Besaran turunan, yaitu besaran yang diperoleh dari beberapa variabel dalam bentuk persamaan.

2.3. Syarat-Syarat Besaran Standar

Besaran standar tersebut harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- 1) Dapat didefinisikan secara fisik
- 2) Jelas dan tidak berubah terhadap waktu
- 3) Dapat digunakan sebagai pembanding, dimana saja lokasinya di dunia.

2.4. Jenis-Jenis Alat Ukur

Berdasarkan sifat aslinya, dapat dibedakan atas:

- 1) Alat Ukur Langsung

Alat ukur yang dilengkapi dengan skala ukur yang lengkap, sehingga hasil pengukuran dapat langsung diperoleh.

Contohnya : jangka sorong, mikrometer.

²Preben Howarth, (2008), *Metrology in Short 3rd Ed.*

³J. Junaidi, (2019), *Metrologi dan Pengukuran*, 1st ed. Medan.

2) Alat Ukur Pembanding

Alat ukur yang berfungsi untuk mengukur beda ukuran suatu produk dengan ukuran dasar produk yang telah diperkirakan terlebih dahulu dengan blok ukur.

Contohnya : dial indicator.

3) Alat Ukur Standar

Alat ukur yang hanya dilengkapi dengan satu skala nominal, tidak dapat memberikan hasil pengukuran secara langsung, dan digunakan untuk alat kalibrasi dari alat ukur lainnya.

Contohnya : blok ukur.

4) Alat Ukur Kaliber Batas

Yaitu alat ukur yang berfungsi untuk menunjukkan apakah dimensi suatu produk berada di dalam atau diluar dari daerah toleransi produk tersebut.

Contohnya : kaliber lubang dan kaliber poros.

5) Alat Ukur Bantu

Yaitu alat ukur yang berfungsi untuk membantu dalam proses pengukuran. Sebenarnya alat ini tidak bisa mengukur objek, namun karena peranannya yang sangat penting dalam pengukuran maka alat ini dinamakan juga dengan alat ukur.

Contohnya : meja rata, stand magnetic, dan batang lurus.³

2.5. Sifat dari Alat Ukur

Adapun sifat dari alat ukur adalah:

1) Rantai kalibrasi

Kemampuan alat ukur untuk bisa dilakukan tingkatan pengkalibrasian. Tingkatan tersebut adalah:

- Kalibrasi alat ukur kerja dengan alat ukur standar kerja
- Kalibrasi alat ukur standar kerja dengan alat ukur standar
- Kalibrasi alat ukur standar dengan dengan alat ukur standar nasional
- Kalibrasi alat ukur standar nasional dengan alat ukur standar internasional.

2) Kepekaan

Kemampuan alat ukur untuk dapat merasakan perbedaan yang relatif kecil dari harga pengukuran.

3) Kemudahan Pembacaan

Kemampuan sistem penunjukan dari alat ukur untuk memberikan harga pengukuran yang jelas dan berarti.

³J. Junaidi, (2019), Metrologi dan Pengukuran, 1st ed. Medan.

- 4) Histerisis
Penyimpangan dari harga ukur yang terjadi sewaktu dilakukan pengukuran secara kontinu dari dua arah yang berlawanan.
- 5) Pergeseran
Yaitu terjadinya perubahan posisi pada penunjuk harga ukur sementara sensor tidak memberikan / merasakan sinyal atau perbedaan.
- 6) Kepasifan
Terjadi apabila sensor telah memberikan sinyal, namun penunjuk tidak menunjukkan perubahan pada harga ukur.
- 7) Kestabilan nol
Kemampuan alat ukur untuk kembali ke posisi nol ketika sensor tidak lagi bekerja.
- 8) Pengambangan/Ketidakpastian
Suatu kondisi alat ukur dimana jarum penunjuk tidak menunjukkan harga ukur yang konstan. Dengan kata lain, penunjuk selalu berubah posisi atau bergerak.³

2.6. Karakteristik Pengukuran

- 1) Ketelitian (*Accuracy*)
Kesesuaian hasil pengukuran dengan harga sebenarnya.
- 2) Ketepatan (*Precision*)
Kemampuan proses pengukuran untuk dapat menunjukkan hasil yang sama dari pengukuran yang dilakukan berulang-ulang.
- 3) Kecermatan (*Resolution*)
Skala terkecil yang mampu dibaca oleh alat ukur.³

2.7. Kesalahan Pengukuran

Tidak ada satu cara maupun proses pengukuran yang dapat memberikan ketelitian yang absolut. Kesalahan akan selalu ada, dimana definisi kesalahan pengukuran yaitu hasil pengukuran dengan harga yang dianggap benar / ukuran sebenarnya.

Dalam proses produksi massal, dan pengukuran yang dilakukan berdasarkan sampel digunakan metode deviasi (penyimpangan) untuk mengantisipasi kesalahan pengukuran yang akan menjadikan variant nilai lebih banyak di setiap objek ukur. Berikut juga jenis kesalahan (*error*) pada pengukuran:

- 1) *Systematic error*
Jika pada kondisi yang sama, terdapat harga kesalahan yang sama pada beberapa harga nominal pengukuran.

³J. Junaidi, (2019), Metrologi dan Pengukuran, 1st ed. Medan.

Kesalahan biasanya dalam harga dan tanda (\pm) yang konstan, atau mengikuti hukum yang berlaku jika kondisi berubah. Misal : setiap kelipatan panjang 50 mm ada selisih 0.02 mm. Systematic error dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

- Dapat ditentukan
Dengan perhitungan dan percobaan tertentu, sehingga kesalahan dapat dikoreksi / dikurangi.
- Tidak dapat ditentukan
Kadang hanya dapat diperkirakan, dan kesalahan selalu bertanda (+) atau (-), tetapi tidak selalu diketahui. Pada perhitungan ketidakpastian pengukuran kadang diperlakukan sebagai random error dan dinyatakan dengan tanda (\pm)

2) *Random error*

Kesalahan yang bervariasi dan tidak dapat diperkirakan dalam harga ataupun tanda ketika pengukuran dilakukan pada kondisi yang sama. Biasanya hal ini dapat diantisipasi berdasarkan pengalaman.⁴

3. Kalibrasi

3.1. Pengertian Kalibrasi

Dalam kalibrasi menurut (ISO/IEC 17025:2005) dan *Vocabulary of International Metrology (VIM)* adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. bahwasannya prosedur kalibrasi harus sesuai dengan standar yang memiliki ketertelusuran (*traceability*). Manfaat kalibrasi adalah menjaga kondisi instrumen ukur dan bahan ukur agar tetap sesuai dengan spesifikasinya. Sedangkan tujuan umum kalibrasi ialah agar tercapai kondisi layak pakai atau menjamin ketelitian dalam rangka mendukung peningkatan mutu. Fungsinya tentu saja sebagai tolak ukur jaminan keakuratan alat tersebut pada pemanfaatannya.⁵

3.2. Tujuan Kalibrasi

Tujuan dari kalibrasi diantaranya:

- 1) Mencapai ketertelusuran pengukuran. Hasil pengukuran dapat dikaitkan/ditelusur sampai ke standar yang lebih tinggi/teliti (standar primer nasional dan / internasional), melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus.

⁴Muchayar, (2020), Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas.

⁵Dewan Standardisasi Nasional, (1990), Direktori Pengukuran Kalibrasi Perawatan Perbaikan dan Pengadaan Instrumentasi Pengukuran Edisi 90, Jakarta.

- 2) Menentukan deviasi (penyimpangan) kebenaran nilai konvensional menunjukkan suatu instrument ukur.
- 3) Menjamin hasil-hasil pengukuran sesuai dengan standar Nasional maupun Internasional.

3.3. Manfaat Kalibrasi

Manfaat dari kalibrasi adalah:

- 1) Menjaga kondisi instrumen ukur dan bahan ukur agar tetap sesuai dengan spesifikasinya
- 2) Untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki.
- 3) Bisa mengetahui perbedaan (penyimpangan) antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan oleh alat ukur.⁶

3.4. Prinsip Dasar Kalibrasi

- 1) Obyek ukur (*Unit Under Test*)
- 2) Standar ukur alat standar kalibrasi, prosedur yang mengacu ke standar kalibrasi internasional atau prosedur yang dikembangkan sendiri oleh laboratorium yang sudah teruji (diverifikasi)
- 3) Operator/Teknisi (dipersyaratkan operator/teknisi yang mempunyai kemampuan teknis kalibrasi (bersertifikat)
- 4) Lingkungan yang dikondisikan (suhu dan kelembaban selalu dikontrol, gangguan faktor lingkungan luar selalu diminimalkan dan sumber ketidakpastian pengukuran).

3.5. Kalibrasi Alat Laboratorium

Sebagai acuan dalam kegiatan inventarisasi, pengawasan dan kalibrasi secara rutin terhadap peralatan yang digunakan di laboratorium, sehingga peralatan dapat dipergunakan secara maksimal dan penyempurnaan peralatan yang mengalami gangguan dapat segera ditangani. Standar acuan kalibrasi alat laboratorium adalah (Standar Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008) dan (SNI ISO/IEC 17025 : 2008).⁷

⁶Morris, Alan S., (2001), Measurement and Instrumentation Principles.

⁷Satria, Arif. (2015). Prosedur Kalibrasi Alat Ukur Laboratorium – Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008