

METODE KALIBRASI DIMENSI

(INSTRUKSI KERJA STEEL TAPE MEASURE DAN METAL RULER)

STM/IK-DIMENSI/05

APPROVAL BY :

PREPARED	CHECKED
MT	Wakil Kepala Lab

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 2 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	D isahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

Urutan Revisi	Tanggal	Rincian	Oleh
Pertama diterbitkan	20 October 2014	Prinsip metode kalibrasi mengacu pada ISO/IEC 17025:2005	Dian
Revisi 01	04 Juni 2015	Menyesuaikan model matematis dan komponen ketidakpastian dengan JIS	Dian
Revisi 02	08 Juli 2015	Penentuan titik ukur dijabarkan dalam IK	Dian
Revisi 03	27 Juli 2015	Worksheet dimasukan ke dalam IK	Dian
Revisi 04	27 Februari 2017	Memperbaharui referensi Acuan Standard yang sebelumnya menggunakan ISO GUM tahun 1995 menjadi “JCGM 100 : 2008 “Evaluation of measurement Data - Guide to the expression of uncertainty in measurement “	Dian
Revisi 05	08 April 2019	Memperbaharui referensi Acuan Standard dari JIS B 7512 2005 menjadi yang lebih termutakhir JIS B 7512 2018.	Dian
Revisi 06	01 Oktober 2020	Penambahan kapasitas sampai 50000 mm	Ria
Revisi 07	21 Februari 2022	Penambahan daftar acuan kalibrasi “ Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Dengan Komponen Berkorelasi Oleh A. Praba Drijarkara” dan merevisi persamaan ketidakpastian.	Ria

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 3 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	D isahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

A. Tujuan

Menerangkan standar metode kalibrasi untuk pengkalibrasian steel tape measure dan metal ruler.

B. Ruang Lingkup

Metode kalibrasi ini berlaku untuk steel tape measure dan metal ruler sesuai dengan persyaratan yang mengacu pada standar JIS B 7512 2018 dan JIS B 7516 2005, yang dilakukan oleh laboratorium kalibrasi PT. Sentral Tehnologi Managemen.

C. Jenis & Spesifikasi Alat yang Dikalibrasi

[1] Steel tape measure dengan range pengukuran sampai dengan 50000 mm.

Resolusi terkecil : 1 mm.

Satuan pengukuran : millimeter (mm).

[2] Metal ruler dengan range pengukuran sampai dengan 2000 mm.

Resolusi terkecil : 0.5 mm.

Satuan pengukuran : millimeter (mm).

D. Daftar Acuan Kalibrasi

[1] JIS B 7512 Tahun 2018

[2] JIS B 7516 Tahun 2005

[3] JCGM 100 : 2008 “Evaluation of measurement Data - Guide to the expression of uncertainty in measurement “

[4] Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Dengan Komponen Berkorelasi oleh A. Praba Drijakara.

E. Alat Standar

[1] Standard steel ruler CSD 002 dengan resolusi 0,5 mm.

[2] Scale loop CSD 005 dan CSD 029 dengan resolusi 0,1 mm.

F. Perlengkapan Kalibrasi dan Aksesoris

- Tissue halus/ lap pembersih
- Alkohol
- Sarung tangan karet atau dotting
- Anak timbangan 1 kg
- Clip penjepit

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 4 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

- Roller rotary

G. Kondisi Lingkungan

Kalibrasi dikondisikan dan dijaga pada spesifikasi berikut :

Suhu : $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Kelembapan : $50\% \pm 10\% \text{ R.H.}$

Jika dilaksanakan In-Situ Kalibrasi dengan suhu diluar spesifikasi, maka pengukuran tetap dilakukan dengan suhu tersebut, dan dalam perhitungannya nanti dikonversikan ke suhu standar ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan dimasukkan ke dalam program ketidakpastian.

H. Teori Ringkas

Steel tape measure dan metal rules adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang suatu benda. Untuk mengetahui nilai kebenaran suatu steel tape measure ataupun metal rules dapat menggunakan metode dengan menggunakan metode kalibrasi langsung dengan standar steel ruler.

Istilah yang digunakan :

- Steel tape measure dan metal ruler , sebagai **UUT** (Unit Under Test)
- Standard steel ruler dan scale loop sebagai **STD** (Alat Standar)

I. Ketidakpastian Pengukuran

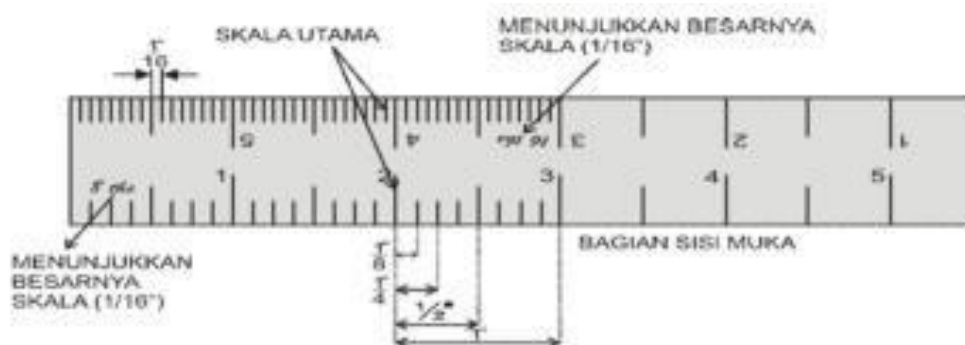
- 1) Ketidakpastian pengukuran dalam kalibrasi didasarkan pada prosedur laboratorium STM/IK-DIMENSI/05.
- 2) Untuk perhitungan yang terperinci mengenai ketidakpastian dalam pengukuran dapat dilihat pada **Lampiran**.

J. Langkah Kalibrasi

J.1. Persiapan & Function Test

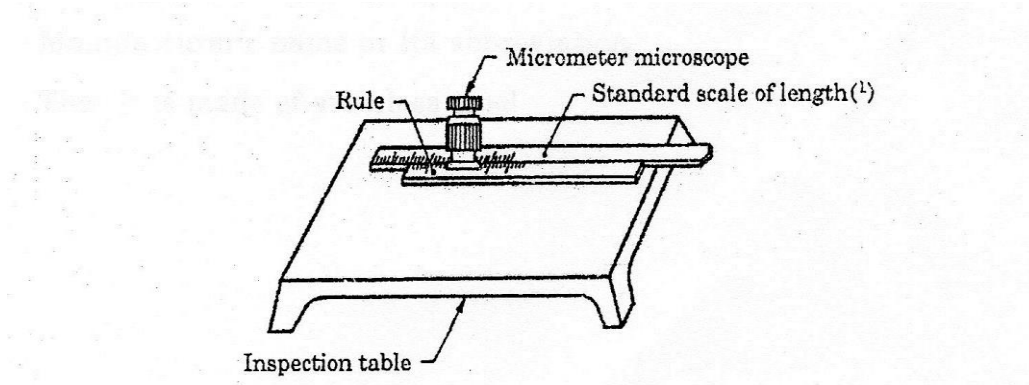
- 1) Kondisikan suhu ruang dan kelembaban, dahulu catat suhu dan kelembaban di worksheet.
- 2) Pastikan lingkungan sekitar area pengukuran bersih dari kotoran terutama debu, sehingga kemungkinan menempelnya debu yang terbang saat pengukuran berlangsung dapat dihindari.
- 3) Periksa fisik steel tape measure dan metal rules serta ujung dari skala apakah terdapat ketidaksesuaian, jika terdapat ketidaksesuaian maka mohon tuliskan di worksheet yang tersedia.
- 4) Bersihkan Alat yang akan dikalibrasi dan Alat standar menggunakan tissue yang sebelumnya sudah diberi alkohol dan hati-hati ketika membersihkan, jangan sampai skala pada alat hilang/terhapus.

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 5 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali



J.2. Pengukuran Metal Rules sesuai JIS B 7516 : 2005

- 1) Lakukan setting Nol dengan cara mensejajarkan alat dengan standard seperti gambar dibawah.



- 2) Kemudian jepit alat standar dengan alat yang akan dikalibrasi menggunakan penjepit khusus.
- 3) Baca penyimpangan/koreksi indeks perbedaan skala antara Alat yang dikalibrasi dengan standard menggunakan Scale loop dan alat bantu penerangan.
- 4) Ulangi langkah kalibrasi tersebut untuk titik-titik pengukuran yang lain yaitu sebesar 10% dari kapasitas alat atau sesuai permintaan pelanggan (form request).
- 5) Lakukan pengulangan pengukuran untuk setiap titik ukur yaitu 5 kali pengukuran.
- 6) Catat hasil pengukuran pada lembar worksheet.

J.3. Pengukuran Steel Tape Measure sesuai JIS 7512:2018

- 1) Gunakan penjepit dalam instalasi kalibrasi steel tape measure.
- 2) Luruskan dan pastikan posisi dari steel tape sejajar dengan standard rullers, jika perlu gunakan pemberat di ujung bagian dari alat yang sedang dikalibrasi.
- 3) Setting nol untuk skala baca antara alat dan standard rullers, pastikan skala awal dari standard rullers dan alat sejajar.
- 4) Lakukan pembacaan menggunakan stage micrometer/scale loop untuk titik ukur yang telah ditentukan.
- 5) Ulangi langkah 2 sampai dengan 4 sebanyak 5 kali.

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 6 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	D isahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

- 6) Ulangi langkah kalibrasi tersebut untuk titik-titik pengukuran yang lain yaitu sebesar 10% dari kapasitas alat atau sesuai permintaan pelanggan (form request).

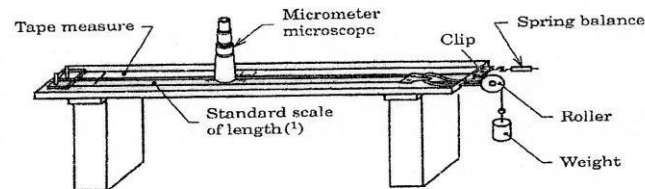


Figure 5 Measurement method (6.1 Tolerance on length)

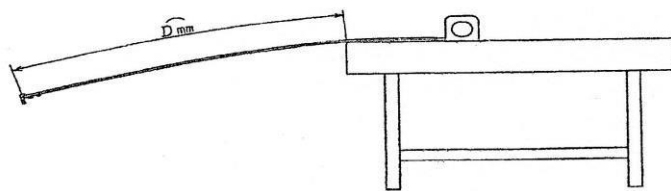


Figure 6 Measurement method (6.2 Uprightness)

K. Analisis Pengukuran

- 1) Hitung kesalahan penunjukan alat (*indication error*) dari nilai rata-rata penunjukan, dikurangi penunjukan standar acuan. Pastikan bahwa nilai penunjukan standar telah dikoreksi berdasarkan sertifikat kalibrasi terakhirnya.
- 2) Hitung ketidakpastian pengukuran.

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 7 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	D isahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

LAMPIRAN

PERHITUNGAN KETIDAKPASTIAN KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER

A. Model Matematis Pengukuran

Model matematis pengukuran dari kalibrasi steel tape measure / metal ruler adalah sebagai berikut :

$$L_C = L_S - L_r$$

Dengan, L_C : Nilai koreksi steel ruler atau tape measure yang di kalibrasi

L_S : Nilai aktual standar steel ruler dan scale loop

L_r : Nilai actual ruler yang di kalibrasi

B. Budget Uncertainty (u)

Persamaan ketidakpastian pengukuran dari L_r sebagai berikut :

$$u^2(L_C) = Nu^2(L_{std}) + Nu^2(L_r) + Nu^2(L_{res}) + Nu^2(L_{koef\ muai}) + Nu^2(L_{temp}) + Nu^2(L_{gs}) + Nu^2(L_{drift})$$

N = banyaknya pengulangan steel ruler

Ketidakpastian pengukuran ruler dipengaruhi oleh beberapa parameter sbb :

1. Sumber Ketidakpastian Pengukuran

a. Nilai Standard (L_{std})

Nilai standard mempunyai ketidakpastian bentangan hasil kalibrasi dengan tingkat kepercayaan 95% (U_{95}). Ketidakpastian standard ini mempunyai distribusi normal, dengan nilai k (coverage factor) pada sertifikat kalibrasi alat standard. Alat standar yang digunakan adalah stell rule std dan scale loop. Ketidakpastian baku dari alat standard:

$$\text{Ketidakpastian alat standar steel ruler } u_{(L_{std\ sr})} = \frac{U_{95}}{k}$$

$$\text{Ketidakpastian alat standar scale loop } u_{(L_{std\ sl})} = \frac{U_{95}}{k}$$

derajat kebebasan $\nu_{(L_{std})} = 60$ (table student's t pada 95% confidence level)

koefisien sensitifitas $c_{(L_{std})} = 1$

b. Daya Ulang Pembacaan (L_r)

Nilai yang terbaca pada pengukuran yang berulang mempunyai ketidakpastian baku sebesar ESDM (Experimental Standard Deviation of the Mean). Ketidakpastian baku akibat repeatability mempunyai distribusi tipe A, maka:

$$u_{(L_r)} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dengan, s : Standard deviasi dari pengukuran yang berulang, n : banyaknya pengukuran

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 8 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	D isahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

derajat kebebasan $v_{(L_r)} = n - 1$

koefisien sensitifitas $c_{(L_r)} = 1$

c. Resolusi (L_{res})

Keterbatasan pembacaan akibat resolusi menimbulkan suatu ketidakpastian pengukuran. Batas kesalahan pembacaan akibat keterbatasan resolusi ditetapkan sebesar setengah dari resolusi.

Ketidakpastian baku akibat resolusi mempunyai distribusi *rectangular*, maka:

$$u_{(L_{res})} = \frac{\text{resolusi}}{2\sqrt{3}}$$

derajat kebebasan $v_{(L_{res})} = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{R} \right)^2$

koefisien sensitifitas $c_{(L_{res})} = 1$

d. Selisih Koefisien Muai ($L_{koef\ muai}$)

Temperatur laboratorium terkendali pada $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, micrometer dan gauge block telah dikondisikan dalam waktu yang cukup untuk mencapai temperatur yang sama dalam rentang 0.2°C , dan mengacu pada distribusi *rectangular*, Koefisien muai bahan Steel adalah 0.000012 sehingga :

$$u_{(L_{koef\ muai})} = 0,000012^\circ\text{C}^{-1}$$

derajat kebebasan $v_{(L_{koef\ muai})} = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{R} \right)^2$

koefisien sensitifitas $c_{(L_{koef\ muai})} = l_{\text{kap}_{\text{max}}} \times u_{\text{kap}_{\text{max}}}$

e. Pengaruh Suhu (L_{temp})

Temperatur laboratorium terkendali pada $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, alat UUT telah dikondisikan dalam waktu yang cukup untuk mencapai temperatur yang sama dengan alat Standar dalam rentang 0.2°C dan mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

$$u_{(L_{temp})} = 0,2^\circ\text{C}$$

derajat kebebasan $v_{(L_{temp})} = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{R} \right)^2$

koefisien sensitifitas $c_{(L_{temp})} = l_{\text{kap}_{\text{max}}} \times 11,5 \times 0,000001$

f. Koreksi Garis Skala (L_{gs})

Koreksi garis skala dapat diasumsikan dua kali dari resolusi std scale loop yaitu 0,1 mm dan mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

$$u_{(L_{gs})} = 2 \times 0,1 \text{ mm}$$

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/05		Halaman : 9 dari 9
Tgl. Revisi : 21 Feb 2022	Revisi : 07	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	D isahkan : I. Iman
KALIBRASI STEEL TAPE MEASURE & METAL RULER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

derajat kebebasan $v_{(L_{gs})} = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{R} \right)^2$

koefisien sensitifitas $c_{(L_{gs})} = 1$

g. Drift Standar (L_{drift})

Perhitungan drift standar di bedakan menjadi 2 yaitu jika alat standar sudah ada riwayat kalibrasi dan jika baru sekali di kalibrasi. Perhitungan komponen drift alat standar juga mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

- Perhitungan drift standar jika alat standar belum ada riwayat kalibrasi

$$u_{(L_{drift})} = \frac{y \times (0,05 + 0,0000005 \times L)}{\sqrt{3}}$$

Dengan y = rentang kalibrasi standar dan L = rentang ukur standar

- Perhitungan drift standar jika alat standar sudah ada riwayat kalibrasi

$$u_{(L_{drift})} = L_a - L_b$$

Dengan L_a = nilai panjang aktual dial calibration tester dari sertifikat kalibrasi terakhir

Dan L_b = nilai panjang aktual dial calibration tester dari sertifikat kalibrasi sebelumnya

derajat kebebasan $v_{(L_{drift})} = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{R} \right)^2$

koefisien sensitifitas $c_{(L_{drift})} = 1$

2. *Combined Uncertainty* (U_c) , merupakan ketidakpastian gabungan dari seluruh sumber ketidakpastian yang ditentukan dengan persamaan berikut.

$$U_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i U_{si})^2 N^2 + \sum_{i=1}^n (c_i U_{ri})^2 N}$$

U_{si} = ketidakpastian sistematik

U_{ri} = ketidakpastian random

3. *Effective Degrees of Freedom* (v_{eff}), merupakan komponen yang berfungsi untuk memberikan indikasi kehandalan penaksiran ketidakpastian. didapat dengan persamaan

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_1^n \frac{u_i^4(y)}{v_i}}$$

4. *Coverage Factor* (k) atau tingkat kepercayaan, didapatkan dari tabel *student's t* dengan confidence level 95% untuk v_{eff} yang didapat.

5. *Expanded Uncertainty* : dari pengukuran didapat dengan $U_{95} = k \cdot U_c$ pada 95% tingkat kepercayaan.

