

METODE KALIBRASI DIMENSI

(INSTRUKSI KERJA CALIPER)

STM/IK-DIMENSI/03

APPROVAL BY :

PREPARED	CHECKED
MT	Wakil Kepala Lab

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 2 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			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	Penjabaran Titik ukur pada Caliper Checker dituangkan pada IK.	Dian
Revisi 03	27 Juli 2015	Worksheet dimasukan pada 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	10 September 2017	Penambahan Standard Kalibrator dengan menggunakan Gauge Block.	Dian
Revisi 06	06 Mei 2019	Penambahan pengukuran Contact line error dan cross knife edge.	Dian
Revisi 07	02 Juni 2020	Menambahkan sumber ketidakpastian nilai kesalahan mekanik dan kesalahan geometrik.	Ria
Revisi 08	17 Juni 2022	Menambahkan rentang pengukuran Caliper menjadi 1000 mm, menambahkan alat standar dan perlengkapan kalibrasi yang diperlukan.	Mia

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 3 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

A. Tujuan

Menerangkan standar metode kalibrasi untuk pengkalibrasian caliper.

B. Ruang Lingkup

Metode kalibrasi ini berlaku untuk caliper sesuai dengan persyaratan yang mengacu pada standar JIS B 7507 tahun 1993 untuk caliper dengan maksimal kapasitas 1000 mm yang dilakukan oleh Laboratorium Kalibrasi PT. Sentral Tehnologi Managemen.

C. Jenis & Spesifikasi Alat yang Dikalibrasi

- [1] Digital Caliper dengan range pengukuran sampai dengan 1000 mm.
Resolusi terkecil : 0.01 mm (10 μ m).
Satuan pengukuran : millimeter (mm).
- [2] Untuk Vernier Caliper dengan range pengukuran sampai dengan 1000 mm.
Resolusi terkecil : 0,02 mm (20 μ m)
Satuan pengukuran : millimeter (mm).

D. Daftar Acuan Kalibrasi

- [1] JIS B 7507 Tahun 2016
- [2] JCGM 100 : 2008 “Evaluation of measurement Data - Guide to the expression of uncertainty in measurement “

E. Alat Standar

- [1] Caliper Checker CSD006
Titik ukur yang terdapat pada Caliper Checker inside dan outside 20mm, 50mm, 100mm, 150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, 450mm, 500mm, 550mm, 600mm.
- [2] Caliper Checker CSD018
Titik ukur yang terdapat pada Caliper Checker inside dan outside 25mm, 50mm, 100mm, 150mm, 200mm, 250mm, 300mm.
- [3] Gauge Block CSD001, CSD008, CSD019, CSD020, CSD021, Gauge block 500mm, Gauge Block 300 mm (nama alat blm ada).

F. Perlengkapan Kalibrasi dan Aksesoris

- Tissue halus/ Lap Pembersih
- Alkohol

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 4 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

- Sarung Tangan Karet
- Plan Jaw/Holder

G. Kondisi Lingkungan

Kalibrasi dikondisikan dan dijaga pada spesifikasi berikut :

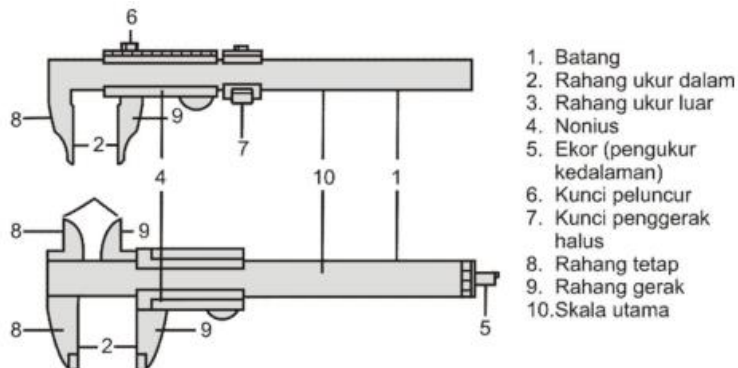
Suhu : $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

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 dimasukan ke dalam program ketidakpastian.

H. Teori Ringkas

Caliper adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur ketebalan suatu benda maupun untuk mengukur diameter dalam suatu benda dengan menampilkan nilai satuan panjang dengan pembacaannya menggunakan digital,dial, dan vernier. Untuk mengetahui nilai kebenaran suatu caliper dapat menggunakan metode dengan menggunakan metode kalibrasi langsung dengan standar.



Caliper checker yang dalam hal ini digunakan sebagai alat pembanding.

Istilah yang digunakan selanjutnya :

- Caliper, sebagai **UUT** (Unit Under Test)
- Caliper Checker, sebagai **STD** (Alat Standar)

I. Ketidakpastian Pengukuran

- 1) Ketidakpastian pengukuran dalam kalibrasi didasarkan pada prosedur laboratorium STM/IK-DIMENSI/03.
- 2) Untuk perhitungan yang terperinci mengenai ketidakpastian dalam pengukuran dapat dilihat pada **Lampiran.**

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 5 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

J. Langkah Kalibrasi

J.1 Persiapan & Function Test

- 1). Kondisikan ruang kalibrasi pada suhu $20 \pm 1^\circ\text{C}$ dan kelembaban $50 \pm 10\% \text{RH}$.
- 2). Pastikan lingkungan sekitar area pengukuran bersih dari kotoran terutama debu, sehingga kemungkinan menempelnya debu yang terbang saat pengukuran berlangsung dapat dihindari.
- 3). Gunakan selalu sarung tangan kain dan karet untuk menghambat perambatan panas suhu badan.
- 4). Untuk alat digital periksa baterai sebelum power-on dan untuk jenis mekanik periksa fungsi nol pada vernier caliper dan dial.
- 5). Periksa fungsi mekanik dan cek kondisi fisik caliper secara visual.
- 6). Bersihkan caliper dan caliper checker / gauge block dari kotoran dan debu dengan menggunakan tissue halus yang telah dilembabkan terlebih dahulu dengan alkohol, kemudian catat identitas alat pada lembar worksheet yang tersedia.
- 7). Kondisikan caliper dan caliper checker / gauge block pada suhu ruangan.



- 8.) Untuk alat jenis digital lakukan pemanasan selama ± 5 menit.

J.2 Pengukuran Outside dan Inside pada Caliper

- 1). Catat suhu & kelembaban ruangan yang ditampilkan thermohygrometer.
- 2). Bila alat caliper jenis dial, setting nol pada caliper bisa dilakukan dengan memutar bagian indeks disk sehingga diperoleh 0,00 mm
- 4). Lakukan pengukuran line contact error yaitu dengan cara melakukan pengukuran external dengan menggunakan pin gauge berdiameter ± 10 mm. Pengukuran dilakukan jika ada permintaan dari customer.

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 6 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali



Figure 14 Measurement of line contact error

- 5). Lakukan pengukuran error due to crossed knife-edge dengan cara lakukan pengukuran inside dengan menggunakan ring gauge dengan diameter dalam ± 5 mm. Pengukuran dilakukan jika ada permintaan dari customer.

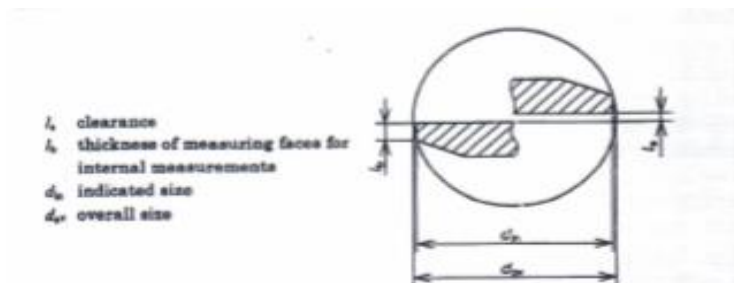


Figure 15 Error due to crossed knife-edge distance of M-type jaws for internal measurements in small holes

- 6). Lakukan pengukuran outside caliper dengan titik-titik yang terdapat di caliper checker mulai dari yang terkecil sampai skala terbesar sesuai dengan kapasitas dari caliper , yaitu 20mm, 50mm, 100mm, 150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, 450mm, 500mm, 550mm, 600mm. Jika caliper yang hendak diambil data kapasitas nya diatas 1000mm maka titik ukur yang diambil 100mm, 200mm, 300mm, 400mm, 500mm, 600mm, 700mm, 800mm, 900mm, 1000mm menggunakan alat standar gauge block grade 0.



- 7). Lakukan pengukuran inside dengan titik-titik yang terdapat di caliper checker mulai dari yang terkecil sampai skala terbesar sesuai dengan kapasitas dari Caliper, 20mm, 50mm, 100mm,

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 7 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, 450mm, 500mm, 550mm, 600mm. Jika caliper yang hendak diambil data kapasitas nya diatas 1000mm maka titik ukur yang diambil 100mm, 200mm, 300mm, 400mm, 500mm, 600mm, 700mm, 800mm, 900mm, 1000mm menggunakan alat standar gauge block grade 0 dengan posisi gauge block diapit jaw dalam holder jaw.



- 9). Bersihkan dan kembalikan alat dan Standar pada tempatnya.

K. Analisis Pengukuran

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

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 8 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

LAMPIRAN PERHITUNGAN KETIDAKPASTIAN KALIBRASI CALIPER

A. Model Matematis Pengukuran

Model matematis pengukuran dari kalibrasi caliper adalah sebagai berikut :

$$L_C = L_S - L_{cal}$$

Dengan, L_C : Kesaahan pembacaan caliper

L_S : Nilai standar caliper checker atau gauge block (STD)

L_{cal} : Penunjukan caliper

B. Budget Uncertainty (u)

Persamaan ketidakpastian pengukuran dari L_{cal} sebagai berikut :

$$u^2(L_C) = u^2(L_{std\ calcheck}) + u^2(L_{std\ gb}) + u^2(L_d) + u^2(L_{res}) + u^2(L_{koef\ muai}) + u^2(L_{temp}) + u^2(L_{geo}) + u^2(L_{drift})$$

Ketidakpastian pengukuran caliper 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 caliper checker dan gauge block grade 0. Ketidakpastian baku dari alat standard:

$$\text{Ketidakpastian alat standar caliper checker } u_{(L_{std\ calcheck})} = \frac{U_{95}}{k}$$

$$\text{Ketidakpastian alat standar gauge block jika kapasitas UUT lebih dari 1000 mm } u_{(L_{std\ gb})} = \frac{U_{95}}{k}$$

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

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

b. Daya Ulang Pembacaan (L_d)

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:

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

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

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

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

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 9 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

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:

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

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

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

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

Temperatur laboratorium terkendali pada (20 ± 1) °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 :

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

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

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

e. Pengaruh Suhu (L_{temp})

Temperatur laboratorium terkendali pada (20 ± 1) °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 :

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

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

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

f. Koreksi Geometrik (L_{geo})

Koreksi geometris dapat diasumsikan sama dengan 10µm dan mengacu pada distribusi *rectangular*,sehingga :

$$u_{(L_{geo})} = 10 \text{ } \mu\text{m}$$

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

$$\text{koefisien sensitifitas } c_{(L_{geo})} = 1$$

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 10 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

g. Koreksi Mekanik (L_{mek})

Koreksi mekanik dapat diasumsikan sama dengan $5\mu\text{m}$ dan mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

$$u_{(L_{mek})} = 5 \mu\text{m}$$

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

$$\text{koefisien sensitifitas } c_{(L_{mek})} = 1$$

h. 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

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

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

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

$$U_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i U_i)^2}$$

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

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/03		Halaman : 11 dari 11
Tgl. Revisi : 17 Juni 2022	Revisi : 08	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
KALIBRASI CALIPER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_1^n \frac{u_1^4(y)}{v_i}}$$

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 $U_{95} = k.U_c$ pada 95% tingkat kepercayaan.