

# METODE KALIBRASI DIMENSI

(INSTRUKSI KERJA HEIGHT GAUGE)

## STM/IK-DIMENSI/02

APPROVAL BY :

PREPARED	CHECKED
MT	Wakil Kepala Lab

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02</b>		Halaman : 2 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			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 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	Dian
Revisi 05	06 Mei 2019	Memperbaharui referensi Acuan Standard dari JIS B 7517 1993 menjadi lebih termutakhir JIS B 7517 2018  Penambahan proses pengukuran Flatness of base reference plane ( Kerataan base Heigh Gauge ), Perpendicularity of base reference plane to beam or guiding face of pillar ( ketegaklurusan pilar Heigh Gauge ), Parallelism of base reference plane to measuring face of scriber ( kesejajaran antara scriber dengan base / meja granit )	Dian

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02</b>		Halaman : 3 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

#### **A. Tujuan**

Menerangkan standar metode kalibrasi untuk pengkalibrasian Height Gauge.

#### **B. Ruang Lingkup**

Metode kalibrasi ini berlaku untuk height Gauge.sesuai dengan persyaratan yang mengacu pada standar JIS B 7517 tahun 2018 untuk height gauge dengan maksimal kapasitas 600mm.

#### **C. Jenis & Spesifikasi Alat yang Dikalibrasi**

[1] Height Gauge (analog / digital) dengan range pengukuran sampai dengan 600mm.

Resolusi terkecil : 0.01 mm ( 10  $\mu$ m ).

Satuan pengukuran : millimeter (mm).

#### **D. Daftar Acuan Kalibrasi**

[1] JIS B 7517 Tahun 2018

[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.

#### **F. Perlengkapan Kalibrasi dan Aksesoris**

- Tissue halus/ Lap Pembersih
- Alkohol
- Sarung Tangan Karet
- Meja rata

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02</b>		Halaman : 4 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

## 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

Height Gauge adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur ketebalan suatu benda nilai satuan panjang dengan pembacaannya menggunakan digital, dial dan analog. Untuk mengetahui nilai kebenaran suatu Height Gauge dapat menggunakan metode dengan menggunakan Metode Kalibrasi Langsung dengan standar Caliper Checker.

Istilah yang digunakan selanjutnya :

- Height Gauge, 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/02.
- 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, catat suhu dan kelembaban di worksheet.
- 2) Pastikan juga 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 jenis digital, periksa baterai sebelum power-on dan untuk jenis mekanik, periksa fungsi kerja, scriber dll, serta cek kondisi fisik height gauge, jika terdapat masalah mohon dituliskan ke dalam worksheet.
- 5) Bersihkan height gauge dan caliper checker dari kotoran dan debu dengan menggunakan tissue halus yang telah dilembabkan terlebih dahulu dengan alkohol, kemudian catat identitas alat pada

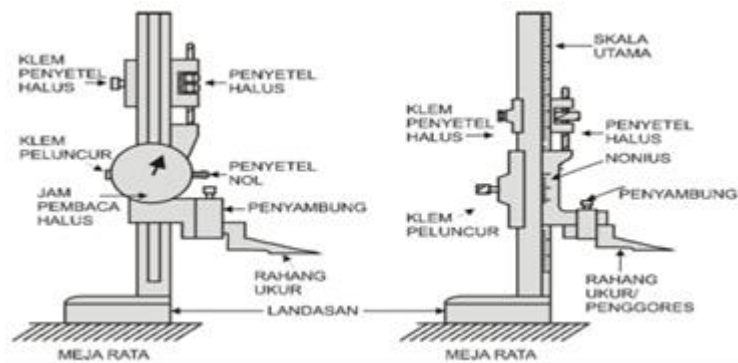
Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02		Halaman : 5 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

lembar worksheet yang tersedia.

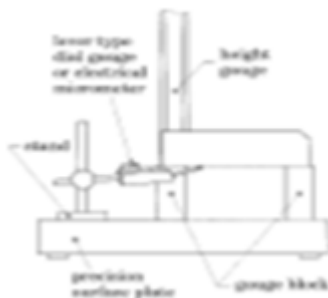
- 6) Letakan height gauge dan caliper checker pada meja rata.
- 7) Siapkan lembar kerja dengan titik pengukur yang terdapat pada caliper checker, yaitu 20mm, 50mm, 100mm, 150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, 450mm, 500mm, 550mm, 600mm.
- 8) Kondisikan height gauge dan caliper checker pada suhu  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  dan pada kelembaban  $50 \pm 10\%$  RH.

## J.2 Pengukuran Height Gauge

- 1). Ukur dan catat suhu & kelembaban ruangan yang ditampilkan thermohygrometer.
- 2). Posisikan standard caliper checker diatas meja rata secara vertical.
- 3). Setting nol pada digital height gauge dengan cara menempelkan scribber pada permukaan meja rata/surface plate kemudian tekan nol. Untuk jenis alat dial maka setting nol dengan cara memutar out frame dari alat height gauge dan sejajarkan skala nol.

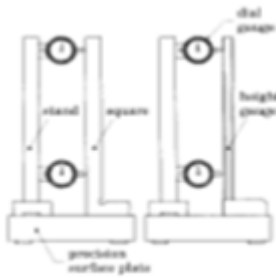


- 4). Lakukan pengukuran kerataan base heigh gauge dengan cara letakan heigh gauge taruh diatas gauge block dan lakukan pengukuran kerataan base dengan menggunakan dial test indicator, atau dengan cara memiringkan heigh gauge dan lakukan proses pengukuran kerataan base dengan menggunakan dial test indicator. Pengukuran dilakukan jika ada permintaan dari customer.

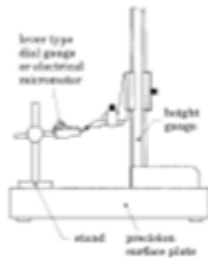


Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02		Halaman : 6 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

- 5). Lakukan pengukuran Ketegaklurusan pilar dengan menggunakan Square master dan Dial indicator yaitu dengan cara membandingkan pengukuran sisi atas pada Square master dan sisi atas pada pilar heigh gauge, dan pengukuran sisi bawah pada square master dan sisi bawah pilar heigh gauge. Pengukuran dilakukan jika ada permintaan dari customer.



- 6). Lakukan pengukuran kerataan permukaan scribber dengan menggunakan dial test indicator yaitu dengan cara lakukan pengukuran setiap sisi permukaan scribber dengan menggunakan dial test indicator. Pengukuran dilakukan jika ada permintaan dari customer.



- 7). Lakukan pengukuran dengan menempelkan ujung scribber dari height gauge pada titik ukur yang terdapat pada caliper checker yaitu 20mm, 50mm, 100mm, 150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, 450mm, 500mm, 550mm, 600mm.
- 8). Lakukan langkah 3 untuk 5 kali pengulangan.
- 9). Selesai dipergunakan, bersihkan dan kembalikan standar pada tempatnya.

## K. Analisis Pengukuran

- 1) Hitung kesalahan penunjukan alat (*indication error*) dari nilai rata-rata penunjukan, dikurangi penunjukan nilai standar acuan. 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/02		Halaman : 7 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI HEIGHT GAUGE			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

## LAMPIRAN

### PERHITUNGAN KETIDAKPASTIAN KALIBRASI HEIGHT GAUGE

#### A. Model Matematis Pengukuran

Model matematis pengukuran dari kalibrasi height gauge adalah sebagai berikut :

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

Dengan,  $L_C$  : Kesalahan pembacaan height gauge  
 $L_S$  : Nilai standar Caliper Checkker (STD)  
 $L_{hg}$  : Penunjukan height gauge

#### B. Budget Uncertainty (u)

Persamaan ketidakpastian pengukuran dari  $L_{hg}$  sebagai berikut :

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

Ketidakpastian pengukuran height gauge 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 checkker. Ketidakpastian baku dari alat standard:

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

$$\text{Ketidakpastian alat standar meja rata } u_{(L_{std\ mr})} = \frac{U_{95}}{k}$$

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

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

###### b. Daya Ulang Pembacaan ( $L_d$ )

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  $\nu_{(L_d)} = n - 1$

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02		Halaman : 8 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

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

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:

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

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

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  $0.2^\circ\text{C}$ , dan mengacu pada distribusi *rectangular*, Koefisien muai bahan Steel adalah 0.000012 sehingga :

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

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

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

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  $0.2^\circ\text{C}$  dan mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

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

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

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

f. Koreksi Geometrik ( $L_{geo}$ )

Koreksi geometris dapat diasumsikan sama dengan  $10\mu\text{m}$  dan mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

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

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



Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2015		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02		Halaman : 9 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

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

g. Koreksi Mekanik ( $L_{mek}$ )

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

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

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

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

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

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		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/02</b>		Halaman : 10 dari 10
Tgl. Revisi : 06 Mei 2019	Revisi : 05	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI HEIGHT GAUGE</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

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

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