

# METODE KALIBRASI DIMENSI

(INSTRUKSI KERJA MICROMETER)

STM/IK-DIMENSI/01

APPROVAL BY :

PREPARED	CHECKED
MT	Wakil Kepala Lab

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 2 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</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 Gauge Inspeksi dituangkan ke 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	Dian
Revisi 05	10 September 2017	Penambahan pengukuran inside pada berbagai jenis micrometer	Dian
Revisi 06	25 Juli 2018	Penjabaran langkah-langkah kalibrasi untuk inside mikrometer dan penambahan gambar kerja kalibrasi inside mikrometer.	Dian
Revisi 07	13 Oktober 2018	Penambahan faktor ketidakpastian untuk factor selisih koefisien muai	Dian
Revisi 08	06 Mei 2019	Penambahan proses pengukuran “ Flatness of measuring face dan Parallelism of measuring face”	Dian
Revisi 09	18 Juni 2020	Revisi perhitungan komponen ketidakpastian drift standar dan koreksi geometrik	Ria
Revisi 10	16 September 2020	Penambahan kapasitas menjadi 500 mm	Ria
Revisi 11	08 Januari 2021	Penambahan langkah kalibrasi pengukuran depth micrometer dan head micrometer	Ria
Revisi 12	15 Februari 2022	Penambahan aturan wringing	Ria

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01		Halaman : 3 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

### A. Tujuan

Menerangkan standar metode kalibrasi micrometer untuk jenis outside, inside, depth, dan head micrometer.

### B. Ruang Lingkup

Metode kalibrasi ini berlaku untuk micrometer sesuai dengan persyaratan yang mengacu pada standar JIS B 7502 Tahun 2016 untuk kalibrasi outside micrometer, inside micrometer dan head micrometer. Dan JIS B 7544 Tahun 1994 untuk kalibrasi depth micrometer.

### C. Jenis & Spesifikasi Alat yang Dikalibrasi

- [1] Outside Micrometer dengan range pengukuran sampai dengan 500 mm.

Resolusi terkecil : 0.0001 mm ( 0.1  $\mu$ m ).

Satuan pengukuran : millimeter (mm) dan  $\mu$ m.



- [2] Inside Micrometer dengan range pengukuran sampai dengan 250 mm.

Resolusi terkecil : 0.001 mm ( 1  $\mu$ m ).

Satuan pengukuran : millimeter (mm) dan  $\mu$ m.



- [3] Head Micrometer dengan range pengukuran sampai dengan 25 mm.

Resolusi terkecil : 0.001 mm ( 1  $\mu$ m ).

Satuan pengukuran : millimeter (mm) dan  $\mu$ m.



Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 4 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

[4] Depth Micrometer dengan range pengukuran sampai dengan 300 mm.

Resolusi terkecil : 0.001 mm ( 1  $\mu$ m ).

Satuan pengukuran : millimeter (mm) dan  $\mu$ m.



#### D. Daftar Acuan Kalibrasi

[1] JIS B 7502 Tahun 2016

[2] JIS B 7544 Tahun 1994

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

#### E. Alat Standar

[1] Gauge Block Grade 0 CSD 001

[2] Gauge Block Grade 0 CSD 008 (Gauge Inspection)

Range pengukuran 2.5mm, 5.1mm, 7.7mm, 10.3mm, 12.9mm, 15mm, 17.6mm, 20.2mm, 22.8mm, 25mm

[3] Long Gauge Block Grade 0 CSD 019 dan CSD 020 ukuran 200 mm.

#### F. Perlengkapan Kalibrasi dan Aksesoris

- Tissue halus/ Lap Pembersih
- Alkohol
- Sarung Tangan Karet
- Micrometer Stand
- Plan Jaw (khusus untuk pengukuran inside micrometer)
- Head Micro Holder (khusus untuk pengukuran head micrometer)
- Meja rata untuk (untuk pengukuran depth micrometer)

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 5 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</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

Micrometer alat yang digunakan untuk mengukur benda-benda berukuran kecil/tipis, atau yang berbentuk pelat dengan tingkat presisi yang cukup tinggi. Fungsi micrometer adalah untuk mengukur ketebalan benda kerja, Mengukur jarak atau celah benda, dan mengukur kedalaman suatu benda. Pembacaan micrometer menggunakan digital dan analog. Untuk mengetahui nilai kebenaran suatu Micrometer dapat menggunakan metode dengan menggunakan metode kalibrasi langsung dengan standar Gauge Block. Istilah yang digunakan selanjutnya :

- Micrometer, sebagai **UUT** ( Unit Under Test )
- Gauge Block sebagai **STD**.

## I. Ketidakpastian Pengukuran

- 1) Ketidakpastian pengukuran dalam kalibrasi didasarkan pada prosedur laboratorium STM/IK-DIMENSI/01.
- 2) Untuk perhitungan yang terperinci mengenai ketidakpastian dalam pengukuran dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

## 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) Gunakan selalu sarung tangan karet untuk menghambat perambatan panas suhu badan.
- 4) Periksa baterai lalu pencet power-on (pada digital micrometer) dan periksa fungsi mekanik dan cek kondisi fisik micrometer, jika terdapat masalah mohon dituliskan ke dalam worksheet.
- 5) Bersihkan micrometer dan gauge block dari kotoran dan debu dengan menggunakan tissue halus yang telah dilembabkan terlebih dahulu dengan alkohol, kemudian catat identitas alat pada lembar

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 6 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

worksheet yang tersedia.

## J.2 Warming-Up

- 1) Jika UUT berupa alat outside micrometer, maka UUT di pasang ke stand micrometer dengan cara di jepit. Jika UUT berupa alat head micrometer, maka UUT di pasang ke head micro holder dengan cara jepit bagian stem alat head micrometer.
- 2) Kondisi UUT : Power-On dan posisi Zero ( 0.000 mm )
- 3) Lakukan Warming-Up Micrometer dengan cara putar pada bagian rachet secara perlahan.
- 4) UUT dan standar terkondisi terhadap lingkungan/ruangan sehingga dicapai suhu benda ukur sama/mendekati sama dengan suhu ruangan.
- 5) Gunakan selalu sarung tangan untuk memperkecil kemungkinan pengaruh thermal dari tangan terhadap benda-benda ukur.

## J.3 Pengukuran Outside Micrometer

- 1) Untuk mikrometer luar dengan nilai ukur terkecil 0 mm: putar ratchet hingga kedua muka ukur berhimpit. Atur posisi sleeve agar penunjukannya menjadi 0 mm tepat. Jika posisinya tidak tepat 0 maka perlu dilakukan penyetelan seperti gambar dibawah ini.

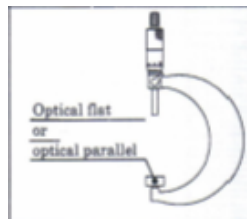


- 2) Untuk mikrometer luar dengan nilai ukur terkecil lebih besar dari 0 mm: letakkan setting bar yang merupakan kelengkapan mikrometer tersebut atau balok ukur dengan nilai nominal sama dengan nilai ukur terkecil mikrometer. Atur posisi sleeve agar penunjukannya menjadi sama dengan nilai nominal setting bar ataupun balok ukur tersebut. Jika menggunakan balok ukur, maka nilai koreksi balok ukur harus diperhitungkan.

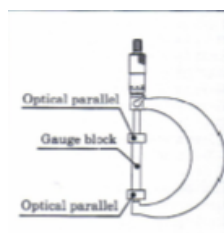


- 3) Lakukan pengukuran kerataan pada spindle dengan menggunakan optical plate dengan cara letakan optical plate dan rapatkan spindle lihat dan hitunglah jumlah warna merah (fringe). Setiap fringe nilainya 0.36  $\mu\text{m}$ .

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 7 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali



- 4) Lakukan pengukuran kesejajaran anvil dan spindle dengan menggunakan optical flate dengan cara letakan kombinasi optical flate dan gauge block pada spindle dan rapatkan antara spindle dengan anvil lihatlah pada lampu penerangan dan hitung jumlah garis warna merah yang terdapat pada kombinasi optical flate dan gauge block tersebut.



- 5) Putar ratchet hingga spindle berada pada posisi ukur terkecil atau pengaturan posisi minimum yang dapat dilakukan dengan menggunakan balok ukur. Atur posisi sleeve agar penunjukannya sesuai dengan nilai ukur tersebut. Letakkan balok ukur atau gabungan balok ukur di antara kedua muka ukur, lalu putar ratchet hingga muka ukur berhimpit dengan balok ukur. Balok ukur sebaiknya diletakkan sedemikian sehingga titik tengah balok ukur berhimpit dengan titik tengah muka ukur mikrometer. Jika pengukuran dilakukan berulang, posisi balok ukur terhadap muka ukur mikrometer harus kira-kira sama. Hitung selisih antara penunjukan mikrometer dengan panjang balok ukur.



- 6) Lakukan pengukuran dengan beberapa ukuran balok ukur atau gabungan balok ukur. Ukuran balok ukur atau gabungan balok ukur yang digunakan harus dipilih agar dapat mengukur kesalahan yang terjadi bukan hanya pada posisi ukur yang merupakan kelipatan bilangan bulat dari putaran spindle, melainkan juga beberapa posisi diantaranya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan balok ukur atau gabungan balok ukur dengan nilai nominal 2,5 mm, 5,1 mm, 7,7 mm, 10,3 mm, 12,9 mm, 15 mm, 17,6 mm, 20,2 mm, 22,8 mm 25 mm (CSD008). Diperbolehkan mengukukana titik ukur permintaan (request) pelanggan.



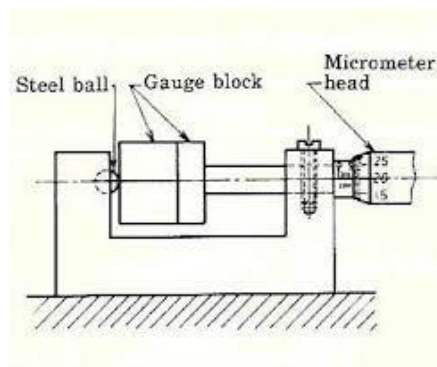


Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014	Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01	Halaman : 9 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri
	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>		No. Salinan : -
		Status Dokumen : Terkendali

- 3) Lakukan pengukuran kesalahan penunjukan dengan menambahkan beberapa
- 4) Lakukan pengukuran tiap titik-titik sesuai dengan nominal gauge block yang digunakan sebanyak 5 kali pengulangan (namun pada awal, tengah dan akhir titik ukur, dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali). Catat hasil pengukuran pada worksheet yang tersedia. balok ukur untuk menghitung selisih penunjukan mikrometer dalam dan panjang balok ukur.

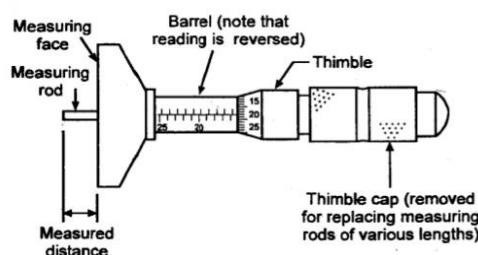
#### J.5 Pengukuran Head Micrometer

- 1) Pasangkan kepala mikrometer pada head micro holder. Putar ratchet sehingga muka ukur spindle berhimpit dengan bola baja, lakukan penyetelan nol. Lakukan pengukuran kesalahan penunjukan dengan menambahkan beberapa balok ukur di antara bola baja dan muka ukur spindle untuk menghitung selisih penunjukan kepala mikrometer dan panjang balok ukur.



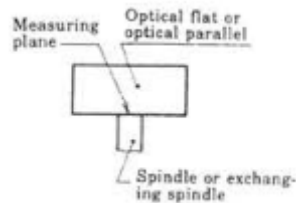
- 2) Lakukan pengukuran tiap titik-titik sesuai dengan nominal gauge block yang digunakan sebanyak 5 kali pengulangan (namun pada awal, tengah dan akhir titik ukur, dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali). Catat hasil pengukuran pada worksheet yang tersedia.
- 3) Selesai dipergunakan, bersihkan dan kembalikan Standar pada tempatnya.

#### J.6 Pengukuran Depth Micrometer

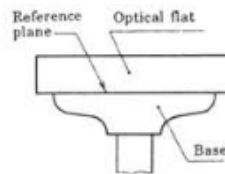


- 1) Untuk Lakukan pengukuran kerataan pada bidang pengukuran (measuring rod) dengan menggunakan optical plate dengan cara meletakkan optical plate bersentuhan dengan bidang pengukuran (measuring rod). Lihat dan hitung jumlah warna merah (fringe). Setiap fringe nilainya 0.36  $\mu\text{m}$ .

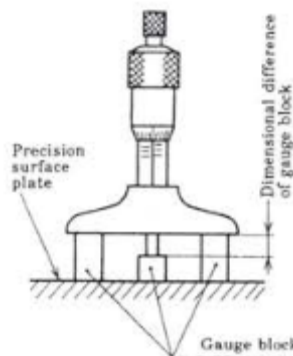
Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01		Halaman : 10 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali



- 2) Lakukan pengukuran kerataan pada bidang referensi (measuring face) dengan menggunakan optical plate dengan cara meletakkan optical plate bersentuhan dengan bidang referensi (measuring face). Lihat dan hitung jumlah warna merah (fringe).



- 3) Setelah kesalahan panjang pengukuran minimum telah di sesuaikan menjadi nol, letakkan sepasang gauge block (panjang yang sama) lebih panjang dari pengukuran maksimum pada meja rata, dan biarkan measuring face bersentuhan dengan gauge block. Kemudian letakkan gauge block lain diantara meja rata dan depth micrometer.



- 4) Lakukan pengukuran dengan beberapa ukuran balok ukur atau gabungan balok ukur. Ukuran balok ukur atau gabungan balok ukur yang digunakan harus dipilih agar dapat mengukur kesalahan yang terjadi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan balok ukur atau gabungan balok ukur dengan nilai nominal 2,5 mm, 5,1 mm, 7,7 mm, 10,3 mm, 12,9 mm, 15 mm, 17,6 mm, 20,2 mm, 22,8 mm 25 mm (CSD008). Diperbolehkan menggunakan titik ukur permintaan (request) pelanggan.
- 5) Jika spindle diganti menjadi kapasitas yang lebih besar, maka harus dipastikan bahwa kesalahan pada titik nol pada spindle yang sebelum di ganti telah di setel ke nol. Selanjutnya ganti spindle, dan gauge block pada meja rata sudah diatur agar sesuai dengan panjang pengukuran minimum yang mampu diukur dengan spindle baru. Selanjutnya lakukan pengukuran sesuai dengan langkah J6 nomer 5.

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 11 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

- 6) Lakukan pengukuran tiap titik-titik sesuai dengan nominal gauge block yang digunakan sebanyak 5 kali pengulangan (namun pada awal, tengah dan akhir titik ukur, dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali). Catat hasil pengukuran pada worksheet yang tersedia.
- 7) Selesai dipergunakan, bersihkan dan kembalikan Standar pada tempatnya.

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01		Halaman : 12 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
KALIBRASI MICROMETER			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

## LAMPIRAN

### PERHITUNGAN KETIDAKPASTIAN KALIBRASI MICROMETER

#### A. Model Matematis Pengukuran

Model matematis pengukuran dari kalibrasi micrometer adalah sebagai berikut :

$$L_C = L_S - L_M$$

Dengan,  $L_C$  : Kesalahan penunjukan micrometer

$L_S$  : Panjang gauge block

$L_M$  : Penunjukan micrometer

#### B. Budget Uncertainty (u)

Persamaan ketidakpastian pengukuran dari  $L_M$  sebagai berikut :

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

Ketidakpastian pengukuran Micrometer 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 Gauge Block Grade 0. Ketidakpastian baku dari alat standard:

$$u_{(L_{std})} = \frac{U_{95}}{k}$$

untuk depth micrometer terdapat ketidakpastian meja rata  $u_{(L_{meja\ rata})} = \frac{U_{95}}{k}$

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

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

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

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:

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

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

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

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01		Halaman : 13 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat : Ria Fitri	Diperiksa : Dian P	Disahkan : I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

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

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 geometric ( $L_{geo}$ )

Koreksi geometris dapat diasumsikan sama dengan  $0,5\mu\text{m}$  dan mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

$$u_{(L_{geo})} = 0,5\mu\text{m}$$

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

Tgl. Penerbitan : 20 Oktober 2014		Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01		Halaman : 14 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</b>			No. Salinan : -	Status Dokumen : Terkendali

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

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

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

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

h. Lapisan wringing ( $L_{wr}$ )

Lapisan wringing di hitung apabila gauge block yang dipakai lebih dari satu. Perhitungan komponen drift alat standar juga mengacu pada distribusi *rectangular*, sehingga :

$$u_{(L_{wr})} = \sqrt{0,05_1^2 + 0,05_2^2 + \dots + 0,05_n^2}$$

Dengan n = jumlah gauge block yang di wringing dikurangi 1

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

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

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 2014		<b>Doc. No. : STM/IK-DIMENSI/01</b>		Halaman : 15 dari 15
Tgl. Revisi : 15 Feb 2022	Revisi : 12	Dibuat :Ria Fitri	Diperiksa :Dian P	Disahkan :I. Iman
<b>KALIBRASI MICROMETER</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.