

KALIBRASI MIKROMETER SEKRUP EKSTERNAL DENGAN MENGACU PADA STANDAR JIS B 7502-1994 DI LABORATORIUM PENGUKURAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS RIAU

Andry Kurnia¹, Dodi Sofyan Arief²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : andry.kurnia90@gmail.com

ABSTRACT

Activities to determine the truth value of the appointment of a conventional measuring instruments and measuring ingredients by comparing against a standard measure that traceable to a national standard for the unit of measure and internationally is the purpose of the calibration so that the existing external micrometer screw in Mechanical Engineering Laboratory Measurements can be seen Riau University how much difference deviation between the right price with the price indicated by an external micrometer screw. In the external calibration process micrometer screws there are six components , namely measurement uncertainty: Uncertainty measuring gauge block, standard uncertainty micrometer resolution , standard uncertainty able to re- reading of the micrometer , standard uncertainty the effect of temperature , standard uncertainty geometric correction , wringing standard uncertainty. As a result of analysis obtained values Value uncertainty of measuring devices external I micrometer screw at a rate of 95% coverage factor of $k = 2$ is $U_{95} = \pm 5,8092$ mm with a gauge factor correction tool = 0,00025 mm. The uncertainty of the value of an external measuring instrument micrometer screw II at a rate of 95% coverage factor of $k = 2$ is $U_{95} = \pm 5,8092$ mm by measuring factor correction tool = 0,00025 mm. The uncertainty of the value of an external measuring instrument micrometer screw III equal to 95% coverage factor of $k = 2$ is $U_{95} = \pm 5,8092$ mm and measuring instrument correction factor = 0,00975 mm.

Keywords: Dimensional metrology , calibration , micrometer , uncertainty

1. Pendahuluan

Mikrometer sekrup eksternal merupakan salah satu peralatan instrumentasi yang berfungsi mengukur diameter luar suatu benda [1]. Mikrometer sekrup eksternal merupakan alat ukur panjang yang ketelitian pengukurannya sangat teliti karena memiliki ketelitian 0,01 mm dan digunakan pada praktikum metrologi industri Teknik Mesin Universitas Riau. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam pengukuran, maka alat-alat instrumentasi dalam hal ini mikrometer sekrup eksternal perlu dikalibrasi secara berkala.

Kalibrasi merupakan serangkaian kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standard ukurannya yang mampu telusur ke standard nasional untuk satuan ukuran maupun internasional [1].

Adapun tujuan dari tugas akhir ini antara lain adalah :

- Melakukan metode kalibrasi pada mikrometer sekrup eksternal Fowler 0 sampai dengan 25 mm kecermatan 0,01 mm yang ada di Laboratorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau.

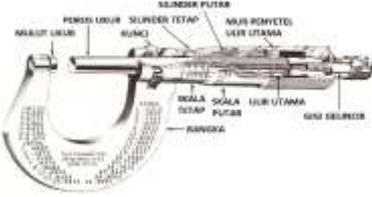
- b. Menentukan faktor koreksi alat ukur mikrometer sekrup eksternal Fowler 0 sampai dengan 25 mm kecermatan 0,01 mm yang ada di Laboratorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau.
- c. Membuat *Standard Operating Procedure (SOP)* kalibrasi mikrometer sekrup eksternal Fowler 0 sampai dengan 25 mm kecermatan 0,01 mm untuk referensi praktikum mata kuliah metrologi industri.

Di Laboratorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau memiliki mikrometer sekrup eksternal Fowler 0 sampai dengan 25 mm kecermatan 0,01 mm yang digunakan oleh mahasiswa sebagai salah satu alat praktikum mata kuliah metrologi industri. Dengan bertambahnya umur komponen dan alat berubah karena temperatur atau pemakaian terus-menerus maka akan mengakibatkan degradasi kinerja mikrometer eksternal (*drift*). Untuk itu penulis melakukan kalibrasi pada mikrometer sekrup eksternal Fowler 0 sampai dengan 25 mm kecermatan 0,01 mm dengan mengacu pada standar *JIS B 7502 – 1994 : Micrometer callipers*.

Alat ukur linier langsung yang juga termasuk alat ukur presisi adalah mikrometer. Mikrometer inipun mempunyai bentuk yang bermacam-macam yang disesuaikan dengan bentuk dari benda ukur. , tipe dari mikrometer ada tiga macam yaitu:

1. mikrometer internal
2. mikrometer eksternal
3. mikrometer kedalaman

Meskipun mikrometer ini terbagi dalam tiga tipe yang masing-masing tipe mempunyai bermacam-macam bentuk, akan tetapi komponen-komponen penting dan prinsip baca skalanya pada umumnya sama [2].



Gambar 1 Bagian-bagian Umum Mikrometer Eksternal

Blok ukur yang dalam bahasa Inggris dikenal dengan berbagai nama, yaitu: *Gauge Block, End Gauge, Slip Gauge, Jo Gauge* atau *Johannsen Gauge*, adalah merupakan alat ukur standar. Karena kehalusan dan kerataan muka ukurnya, dua atau lebih blok ukur dapat disusun sedemikian rupa sehingga dapat bersatu dengan kuat. Hal ini disebabkan oleh tekanan udara luar pada ruang yang relatif hampa di antara ke dua permukaan yang menyatu dan diperkuat oleh daya *adhesi*.

Blok ukur biasanya dibuat dari baja karbon tinggi, baja paduan atau karbida logam. Jenis baja, yang setelah mengalami proses perlakuan panas (*heat treatment*) akan mempunyai sifat-sifat penting yang harus dipunyai oleh suatu alat ukur standar, yaitu :

1. Tahan aus
2. Tahan korosi
3. Koefisien muai
4. Kestabilan dimensi yang baik [3]



Gambar 2 Satu Set Blok Ukur

Kata ketidakpastian berarti suatu keraguan, dan dengan demikian pengertian ketidak pastian dalam arti yang luas adalah suatu pengukuran dimana validitas dan ketepatan hasilnya masih diragukan. Berdasarkan "*International Vocabulary Of Basic and General Terms in Metrology*", pengukuran didefinisikan sebagai sederetan operasi yang mempunyai objek untuk ditentukan nilai kuantitasnya [3].

Untuk mengevaluasi masing-masing sumber ketidakpastian tersebut diperlukan analisa dengan menggunakan dua type yaitu :

1. Type A

Type A dievaluasi dengan menggunakan metode statistik yang baku untuk menganalisis satu himpunan atau sejumlah himpunan pengukuran.

1. Type B

Type B dievaluasi dengan cara selain statistik pada jumlah pengamatan. Ketidakpastian ini mencakup kesalahan-kesalahan sistematis [4].

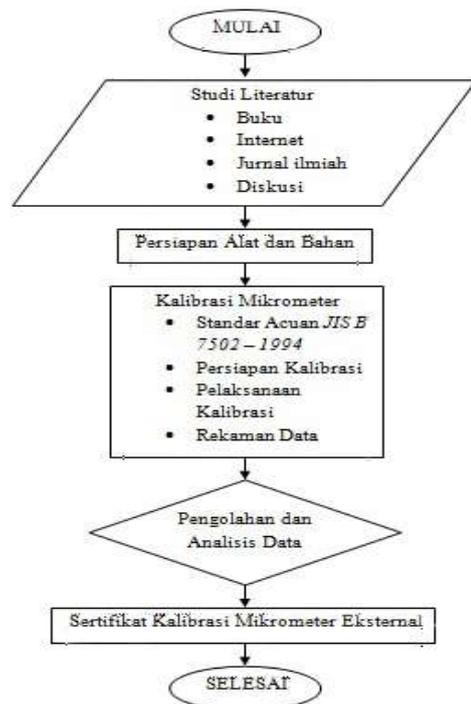
Evaluasi ketidakpastian baku tipe B diperoleh dengan cara selain analisis statistik dari serangkaian pengamatan yang biasanya didasarkan pada justifikasi ilmiah menggunakan semua informasi relevan yang tersedia, yang dapat meliputi :

1. Data pengukuran sebelumnya;
2. Spesifikasi pabrik;
3. Data yang diberikan dalam sertifikat atau laporan lainnya;
4. Ketidakpastian yang diberikan untuk data acuan yang diambil dari *data book* [4].

2. Metode

2.1 Prosedur Penelitian

Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka diperlukan *metodologi* dan berbagai pendekatan terkait dengan hal-hal yang akan dikaji, dimana hal-hal tersebut akan dijelaskan pada diagram *flow chart* gambar berikut ini.



Gambar 3 *Flow Chart* Penelitian

Tahapan-tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah Sebagai Berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur meliputi proses pengumpulan informasi dan referensi yang membahas tentang materi kalibrasi mikrometer baik dari buku, jurnal, media internet dan diskusi dengan dosen dan teman-teman teknik mesin.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Setelah mengumpulkan informasi dan referensi tentang kalibrasi selanjutnya adalah persiapan alat dan bahan untuk proses kalibrasi mikrometer sekrup eksternal.

3. Kalibrasi Mikrometer

Kalibrasi mikrometer meliputi :

- a. Standar Acuan *JIS B 7502 - 1994*
- b. Persiapan Kalibrasi
- c. Pelaksanaan Kalibrasi
- d. Rekaman Data

4. Pengolahan dan Analisis

Rekaman data yang telah didapatkan dari proses perbandingan selanjutnya di olah dan di analisis.

2.2 Peralatan dan Bahan

2.2.1 Peralatan

Adapun Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Blok ukur
2. Mikrometer sekrup eksternal

Tiga buah mikrometer sekrup eksternal Fowler kapasitas 0-25 mm dengan kecermatan 0,01 mm.

3. Meja rata yang kokoh

Meja rata berfungsi sebagai meja landasan saat pengukuran agar terhindar dari getaran karna permukaan yang tidak rata.

4. Water pas

Water pas berfungsi untuk menyatel landasan dari meja rata.

5. *Thermohygrometer*

Thermohygrometer digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban ruangan pada saat pengukuran.

6. *Holder* Mikrometer

Holder mikrometer digunakan untuk menjepit mikrometer pada bagian rangka agar menghindari getaran saat pengukuran.

7. Kunci penyatel

Kunci penyatel berfungsi untuk menyatel posisi nol pada skala tetap mikrometer.

8. Optikal Plat dan Optikal Paralel

Optikal plat berfungsi untuk mengukur kerataan dari permukaan mulut ukur dan poros ukur mikrometer. Optikal paralel berfungsi untuk mengukur kesejajaran mulut ukur dengan poros ukur dari mikrometer.

2.2.2 Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Alkohol

Alkohol digunakan untuk mencuci mulut ukur, poros ukur, dan blok ukur dari kotoran dan debu.

2. Lap Pembersih

Lap pembersih digunakan untuk membersihkan sisa-sisa *wash* bensin setelah pencucian.

3. Lembar kerja

Lembar kerja digunakan untuk mencatat setiap harga pengukuran yang didapat.

4. Sarung tangan

Sarung tangan wajib digunakan pada saat pengukuran untuk menghindari perpindahan temperatur tubuh operator ke alat ukur dan bahan ukur.

5. *Vaseline*

Vaseline berfungsi untuk mencegah karat pada mulut ukur mikrometer dan blok ukur, digunakan setelah proses pengukuran selesai dengan cara mengoleskan pada bagian tersebut.

2.3 Prosedur Penelitian

Proses kalibrasi mikrometer yang meliputi proses:

1. Acuan standar adalah referensi yang digunakan untuk proses kalibrasi mikrometer yaitu *JIS B 7502 – 1994 : Micrometer caliper*.
2. Persiapan kalibrasi adalah proses yang dilakukan untuk persiapan sebelum kalibrasi mikrometer dilakukan.
 - a. Stabilisasi ruangan pengukuran ± 12 jam meninggalkan ruangan dengan keadaan AC menyala pada temperatur 20°C.
 - b. Stel meja rata dengan menggunakan water pas.
 - c. Sebelum mikrometer dikalibrasi, pastikan mulut ukurnya sejajar / rata, dengan cara pengamatan langsung.
 - d. Bersihkan mulut ukur mikrometer dari kotoran atau debu yang menempel menggunakan alkohol dengan lap pembersih kemudian lap sampai mengkilap.
 - e. Set mikrometer pada posisi nol.
 - f. Bersihkan blok ukur dengan bahan yang sama.
 - g. Susun blok ukur sesuai stepnya yaitu 2.5, 5, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 22,5 dan 25 mm.

- h. Bila tidak tersedia blok ukur dengan ukuran tersebut maka dapat melakukan *wringing*.
 - i. Cek kerataan mulut ukur (permukaan mikrometer) dengan cara letakan dengan hati-hati *optical plat* tepat pada permukaan ukur mikrometer.
 - j. Amati bagian atas *optical plat* dan perhatikan jumlah *frinji* yang terlihat.
 - k. Cek kesejajaran dari mulut ukur untuk posisi sudut yang berbeda dari rotasi *spindle* dengan menggunakan 4 buah *optical parallel* yang berbeda ketebalannya.
 - l. Letakan mikrometer pada holder jepit *optical parallel* dengan mulut ukur menggunakan recet.
 - m. Perhatikan jumlah *frinji* yang terlihat pada permukaan *spindle* untuk menentukan kesejajarannya.
 - n. Lakukan langkah pada 4 dan 5 dengan mengganti *optical* dengan ukuran yang berbeda.
 - o. Bandingkan kerataan yang diperoleh dengan yang diijinkan (2 *frinji*).
 - p. Bandingkan kesejajaran yang diperoleh dengan yang diijinkan (6 *frinji*).
3. Pelaksanaan kalibrasi adalah proses utama yang dilakukan untuk mendapatkan rekaman data dari proses membandingkan mikrometer dengan blok ukur.
 - a. Setelah mengatur mikrometer pada posisi nol, letakkan blok ukur diantara kedua permukaan ukur, putar recet. Lakukan kalibrasi pada posisi 2,5 dan selanjutnya pada posisi 5, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 22,5 dan 25 mm. Dan diperoleh perbedaan antara pembacaan mikrometer dan dimensi *gauge block*.
 - b. Pengukuran pada tiap posisi dilakukan minimal 3 kali.

4. Rekaman Data adalah hasil dari proses pembandingan mikrometer dengan blok ukur.

2.4 Pengolahan dan Analisis

Rekaman data yang telah didapatkan dari proses pembandingan selanjutnya di olah dan di analisis.

2.4.1 Perhitungan

1. Hitung nilai rata-rata dari setiap titik hasil pengukuran dengan persamaan :

$$\bar{L} = \frac{\sum Li}{n} \quad (2.1)$$

2. Hitung kesalahan dari setiap titik pengamatan dengan persamaan :

$$\text{Kesalahan (E)} = \bar{L} - L \quad (2.2)$$

3. Hitung mampu ulang (*Repeatability*) setiap titik pengamatan :

$$b = L \text{ maks} - L \text{ min} \quad (2.3)$$

2.4.2 Perhitungan Ketidakpastian

1. Ketidakpastian Blok Ukur

$$u_1 = \pm \frac{U_{95}}{k} \quad (2.4)$$

2. Ketidakpastian baku dari resolusi mikrometer

$$u_2 = \pm \frac{a}{\sqrt{3}} \quad (2.5)$$

3. Ketidakpastian baku dari mampu ulang pembacaan mikrometer

$$u_3 = \frac{b}{\sqrt{3}} \quad (2.6)$$

4. Ketidakpastian baku dari perbedaan temperatur

$$u_4 = \pm u(\delta\Delta t) \times L_s \alpha_s$$

$$u(\delta\Delta t) = \frac{\Delta t}{\sqrt{3}} \quad (2.7)$$

5. Ketidakpastian baku koreksi geometrik

$$u_5 = \pm (0,5 \mu m) / 3^{1/2} \quad (2.8)$$

6. Ketidakpastian pada wringing, dikarenakan adanya lapisan diantara kedua gauge block yang di wringing

$$u_6 = \pm((0,5 \mu m)/3^{1/2}) \times d \quad (2.9)$$

7. Ketidakpastian baku gabungan

$$u_c = \sqrt{(u_1)^2 + (u_2)^2 + (u_3)^2 + (u_4)^2 + (u_5)^2 + (u_6)^2} \quad (2.10)$$

8. Ketidakpastian bentangan

$$u_{05} = k \cdot u_c \quad (2.11)$$

2.4.3 Penentuan Kerataan dan Kesejajaran Permukaan Mikrometer

1. Penentuan kerataan, F, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F = (\lambda / 2) \cdot xn \quad (2.12)$$

2. Penentuan Kesejajaran menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \lambda / 2 \cdot xn \quad (2.13)$$

3. Hasil

3.1 Hasil Pengukuran Mikrometer

Dari hasil pengukuran mikrometer sekrup eksternal maka diperoleh data yang dapat dilihat dari tabel perhitungan dikalukan pada pengukuran 2,5 mm sebagai berikut:

Tabel 1 Data Pengukuran Mikrometer I

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Nilai Aktual Atandar (mm)	Pembacaan Alat (mm)			Rata-Rata Pembacaan Alat (mm)	Kesalahan (mm)	Mampu Ulang (mm)
		1	2	3			
0	0	0	0	0	0	0	
2,5	2,50025	2,50	2,50	2,50	0,00025	0	
5	5,00007	5,00	5,00	5,00	0,00007	0	
8	8,00006	8,00	8,00	8,00	0,00006	0	
10	10,00005	10,00	10,00	10,00	0,00005	0	
13	12,99994	13,00	13,00	13,00	0,00006	0	
15	15,00019	15,00	15,00	15,00	0,00019	0	
18	18,00002	18,00	18,00	18,00	0,00002	0	
20	19,99994	20,00	20,00	20,00	0,00006	0	
22,5	22,5002	22,50	22,50	22,50	0,00002	0	
25	25,00017	25,00	25,00	25,00	0,00017	0	

Tabel 2 Data Pengukuran Mikrometer II

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Nilai Aktual Atandar (mm)	Pembacaan Alat (mm)			Rata-Rata Pembacaan Alat (mm)	Kesalahan (mm)	Mampu Ulang (mm)
		1	2	3			
0	0	0	0	0	0	0	
2,5	2,50025	2,50	2,50	2,50	0,00025	0	
5	5,00007	5,00	5,00	5,00	0,00007	0	
8	8,00006	8,00	8,00	8,00	0,00006	0	
10	10,00005	10,00	10,00	10,00	0,00005	0	
13	12,99994	13,00	13,00	13,00	0,00006	0	
15	15,00019	15,00	15,00	15,00	0,00019	0	
18	18,00002	18,00	18,00	18,00	0,00002	0	
20	19,99994	20,00	20,00	20,00	0,00006	0	
22,5	22,5002	22,50	22,50	22,50	0,00002	0	
25	25,00017	25,00	25,00	25,00	0,00017	0	

Tabel 3 Data Pengukuran Mikrometer III

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Nilai Aktual Atandar (mm)	Pembacaan Alat (mm)			Rata-Rata Pembacaan Alat (mm)	Kesalahan (mm)	Mampu Ulang (mm)
		1	2	3			
0	0	0	0	0	0	0	
2,5	2,50025	2,51	2,51	2,51	0,00975	0	
5	5,00007	5,00	5,00	5,00	0,00007	0	
8	8,00006	8,00	8,00	8,00	0,00006	0	
10	10,00005	10,00	10,00	10,00	0,00005	0	
13	12,99994	13,00	13,00	13,00	0,00006	0	
15	15,00019	15,00	15,00	15,00	0,00019	0	
18	18,00002	18,00	18,00	18,00	0,00002	0	
20	19,99994	20,00	20,00	20,00	0,00006	0	
22,5	22,5002	22,50	22,50	22,50	0,00002	0	
25	25,00017	25,00	25,00	25,00	0,00017	0	

3.1.1 Perhitungan

a. Nilai Rata-rata Pengukuran

$$\bar{L} = \frac{2,50 + 2,50 + 2,50}{3} = 2,50 \text{ mm}$$

b. Kesalahan Pengamatan

$$\text{Kesalahan (E)} = 2,50 - 2,50025 = 0,00025 \text{ mm}$$

c. Mampu Ulang (Repeatability)

$$b = 2,50 - 2,50 = 0 \text{ mm}$$

3.1.2 Perhitungan Ketidakpastian

a. Ketidakpastian Blok Ukur

$$u_1 = \pm \frac{0,8 \mu m}{2} = 0,4 \mu m$$

b. Ketidakpastian Baku Resolusi Mikrometer

$$u_2 = \pm \frac{a}{\sqrt{3}}$$

a = Setengah dari resolusi terkecil yang dapat dibaca

$$u_2 = \pm \frac{5}{\sqrt{3}} = 2,88 \mu m$$

c. Ketidakpastian Pembacaan Mikrometer

$$u_3 = \frac{0}{\sqrt{3}} = 0 \mu m$$

d. Ketidakpastian Temperatur

$$u(\Delta t) = \frac{\Delta t}{\sqrt{3}}$$

Δt = Perbedaan temperatur antara mikrometer dan gauge block ($\Delta t = \pm 2^\circ C$)
 L_{sas} = Koefisien sensitifitas (= $0,12 \mu m^\circ C^{-1}$)

$$u(\Delta t) = \frac{2^\circ C}{\sqrt{3}} \times 0,12 = 0,13 \mu m$$

e. Ketidakpastian Koreksi Geometrik

$$u_5 = \frac{\pm(0,5 \mu m)}{\sqrt{3}} =$$

$$u_5 = 0,29 \mu m$$

f. Ketidakpastian *Wrining*

$$u_6 = \frac{\pm(0,05 \mu m)}{\sqrt{3}} \times d =$$

d = jumlah gauge block yang diwrining - 1

$$u_6 = \frac{\pm(0,05 \mu m)}{\sqrt{3}} \times 1 = 0,03 \mu m$$

3.1.3 Penentuan Kerataan dan Kesejajaran Permukaan Mikrometer

Tabel 4 Kerataan Permukaan Mikrometer I

Kerataan Mikrometer (I) $F = (\lambda/2) \times n$					
Anvil			Spindel		
Jumlah garis	$\lambda/2$	F	Jumlah garis	$\lambda/2$	F
0	$0,32 \mu m$	$0 \mu m$	0	$0,32 \mu m$	$0 \mu m$
Jumlah (Anvil + Spindel) = $0 + 0 = 0 \mu m$					

Tabel 5 Kesejajaran Mikrometer I

Kesejajaran Mikrometer (I) $P = (\lambda/2) \times n$					
Anvil			Spindel		
Jumlah garis	$\lambda/2$	P	Jumlah garis	$\lambda/2$	P
1	$0,32 \mu m$	$0,32 \mu m$	1	$0,32 \mu m$	$0,32 \mu m$
Garis $2 \times 0,32 \mu m = 0,64 \mu m$					

Tabel 6 Kerataan Permukaan Mikrometer II

Kerataan Mikrometer (II) $F = (\lambda/2) \times n$					
Anvil			Spindel		
Jumlah garis	$\lambda/2$	F	Jumlah garis	$\lambda/2$	F
0	$0,32 \mu m$	$0 \mu m$	0	$0,32 \mu m$	$0 \mu m$
Jumlah (Anvil + Spindel) = $0 + 0 = 0 \mu m$					

Tabel 7 Kesejajaran Mikrometer II

Kesejajaran Mikrometer (II) $P = (\lambda/2) \times n$					
Anvil			Spindel		
Jumlah garis	$\lambda/2$	P	Jumlah garis	$\lambda/2$	P
1	$0,32 \mu m$	$0,32 \mu m$	2	$0,32 \mu m$	$0,64 \mu m$
Garis $3 \times 0,32 \mu m = 0,96 \mu m$					

Tabel 8 Kerataan Permukaan Mikrometer III

Kerataan Mikrometer (III) $F = (\lambda/2) \times n$					
Anvil			Spindel		
Jumlah garis	$\lambda/2$	F	Jumlah garis	$\lambda/2$	F
0	$0,32 \mu m$	$0 \mu m$	1	$0,32 \mu m$	$0,32 \mu m$
Jumlah (Anvil + Spindel) = $0 + 0,32 = 0,32 \mu m$					

Tabel 9 Kesejajaran Mikrometer III

Kesejajaran Mikrometer (III) $P = (\lambda/2) \times n$					
Anvil			Spindel		
Jumlah garis	$\lambda/2$	P	Jumlah garis	$\lambda/2$	P
2	$0,32 \mu m$	$0,64 \mu m$	2	$0,32 \mu m$	$0,64 \mu m$
Garis $4 \times 0,32 \mu m = 1,28 \mu m$					

3.1.4 Ketidakpastian Baku Gabungan dan Bentangan

a. Ketidakpastian baku gabungan

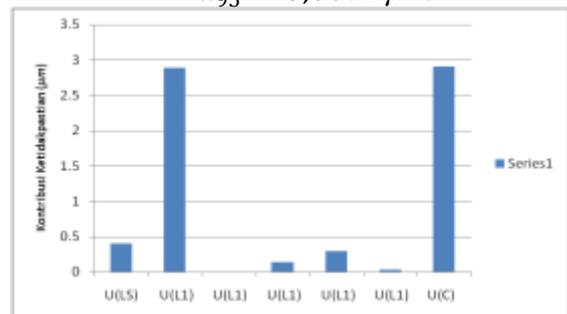
$$u_c = \sqrt{(0,4)^2 + (2,89)^2 + (0)^2 + (0,14)^2 + (0,29)^2 + (0,03)^2}$$

$$u_c = 2,9046 \mu m$$

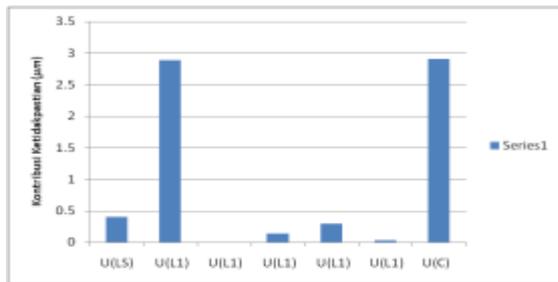
b. Ketidakpastian bentangan

$$u_{95} = 2 \times 2,9046 \mu m$$

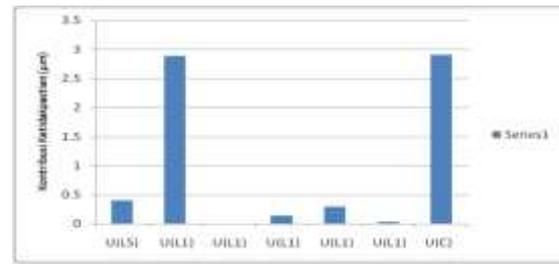
$$u_{95} = 5,8092 \mu m$$



Gambar 4 Grafik Kontribusi Ketidakpastian Mikrometer I



Gambar 5 Grafik Kontribusi Ketidakpastian Mikrometer II



Gambar 6 Grafik Kontribusi Ketidakpastian Mikrometer III

Tabel 10 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Mikrometer I

Penunjukan Alat yang Diuji (mm)	Sumber Ketidakpastian Akibat						Ketidakpastian Standar Gabungan U(C) (µm)	Ketidakpastian yang diperluas U95 (µm)
	Koreksi Blok Ukur Standar U(Ls) (µm)	Resolusi Alat ukur U(L1) (µm)	Pengukuran Berulang U(L2) (µm)	Perbedaan Temperatur U(T) (µm)	Kesalahan Geometrik U(M) (µm)	Lapisan Wringing U(W) (µm)		
0	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
2,5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0,03	2,9046	5,8092
5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
8	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
10	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
13	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
15	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
18	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
20	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
22,5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0,03	2,9046	5,8092
25	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089

Tabel 11 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Mikrometer II

Penunjukan Alat yang Diuji (mm)	Sumber Ketidakpastian Akibat						Ketidakpastian Standar Gabungan U(C) (µm)	Ketidakpastian yang diperluas U95 (µm)
	Koreksi Blok Ukur Standar U(Ls) (µm)	Resolusi Alat ukur U(L1) (µm)	Pengukuran Berulang U(L2) (µm)	Perbedaan Temperatur U(T) (µm)	Kesalahan Geometrik U(M) (µm)	Lapisan Wringing U(W) (µm)		
0	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
2,5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0,03	2,9046	5,8092
5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
8	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
10	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
13	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
15	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
18	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
20	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
22,5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0,03	2,9046	5,8092
25	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089

Tabel 12 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Mikrometer III

Penunjukan Alat yang Diuji (mm)	Sumber Ketidakpastian Akibat						Ketidakpastian Standar Gabungan U(C) (µm)	Ketidakpastian yang diperluas U95 (µm)
	Koreksi Blok Ukur Standar U(Ls) (µm)	Resolusi Alat ukur U(L1) (µm)	Pengukuran Berulang U(L2) (µm)	Perbedaan Temperatur U(T) (µm)	Kesalahan Geometrik U(M) (µm)	Lapisan Wringing U(W) (µm)		
0	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
2,51	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0,03	2,9046	5,8092
5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
8	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
10	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
13	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
15	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
18	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
20	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089
22,5	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0,03	2,9046	5,8092
25	0,4	2,89	0	0,14	0,29	0	2,9045	5,8089

4. Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis mengambil kesimpulan berkaitan dengan kalibrasi alat ukur mikrometer sekrup eksternal. Komponen ketidakpastian yang mempengaruhi adalah sebagai berikut :

- Ketidakpastian baku blok ukur (*gauge block*)
- Ketidakpastian baku resolusi mikrometer
- Ketidakpastian baku mampu ulang pembacaan mikrometer
- Ketidakpastian baku pengaruh temperatur
- Ketidakpastian baku koreksi geometrik
- Ketidakpastian baku *wringing*

1. Mikrometer I

Nilai ketidakpastian dari kalibrasi alat ukur mikrometer sekrup eksternal I pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ adalah $U_{95} = \pm 5,8092 \mu\text{m}$ dan faktor koreksi alat ukur = $0,00025 \text{ mm}$.

2. Mikrometer II

Nilai ketidakpastian dari kalibrasi alat ukur mikrometer sekrup eksternal II pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ adalah $U_{95} = \pm 5,8092 \mu\text{m}$ dan faktor koreksi alat ukur = $0,00025 \text{ mm}$.

3. Mikrometer III

Nilai ketidakpastian dari kalibrasi alat ukur mikrometer sekrup eksternal III pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ adalah $U_{95} = \pm 5,8092 \mu\text{m}$ dan faktor koreksi alat ukur = $0,00975 \text{ mm}$.

5. Simpulan

Setelah melakukan evaluasi dan penelitian terhadap alat ukur mikrometer sekrup eksternal penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Mikrometer sekrup eksternal yang ada Di Laboratorium Pengukuran

Teknik Mesin Universitas Riau sebaiknya dikalibrasi

- Setiap waktu tertentu atau waktu penggunaan tertentu (jam operasi) mana yang tercapai lebih dahulu.
- Ketika alat ukur mengalami tumbukan atau getaran yang berpotensi mengubah kalibrasi
- Ketika hasil observasi dipertanyakan.

agar kesalahan pengukuran dapat diketahui dengan mengacu pada sop yang telah dibuat penulius.

2. Mikrometer sekrup eksternal III yang ada Di Laboratorium Pengukuran Teknik Mesin Universitas Riau faktor koreksi maksimum nya $0,00975 \text{ mm}$ sedangkan yang diizinkan JIS yaitu sebesar $0,002 \text{ mm}$. Dengan itu penulis menyarankan untuk menambahkan nilai faktor koreksi maksimum pada pengukuran $2,5 \text{ mm}$ pada mikrometer III.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochim, Taufiq. 2001. Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik 1. Bandung: ITB.
- [2] Sudji, Munadi. 1988. Dasar-dasar Metrologi Industri, Pengukuran Linear. Jakarta: DIKTI.
- [3] Rochim, Taufiq. 2006. Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik 2. Bandung: ITB.
- [4] Joko, Riyono. 2014. Evaluasi Nilai Variance untuk Menghitung Komponen Ketidakpastian Pengukuran Dimensi Tipe B Dari Suatu Distribusi Rectangular Dan Trapezoidal.