

PEMBUATAN PRODUK BENDA UKUR SEBAGAI MEDIA PRAKTEK PENGUKURAN DIMENSI DI LABORATORIUM MEKANIK

Muhammad Arsyad Suyuti, Rusdi Nur¹⁾

Abstrak: Tujuan yang ingin diperoleh pada penelitian ini adalah membuat produk berupa benda kerja yang dapat dijadikan sebagai obyek pengukuran dalam praktek penukuran dimensi. Sedangkan manfaat yang akan diperoleh dengan adanya produk benda ukur ini adalah menambah variasi pengukuran dimensi suatu benda kerja, sehingga mahasiswa dapat melakukan pengukuran dengan teliti dalam berbagai obyek. Pembuatan produk benda ukur ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu: (1) pemilihan bahan produk benda ukur yang tidak mudah berkarat; (2) pengujian bahan untuk mengetahui kekuatan bahan dengan uji kekerasan; (3) pembuatan produk benda ukur pada mesin-mesin perkakas, seperti: mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, dan mesin gerinda; (4) melakukan proses perlakuan panas (heat treatment) pada produk benda ukur agar memenuhi standar bahan sebagai alat Bantu; (5) Melakukan proses pengukuran untuk mengetahui ukuran dari produk benda ukur yang telah dibuat. Berdasarkan hasil pembuatan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Produk benda ukur yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai macam variasi pengukuran dengan menggunakan beberapa alat ukur seperti mistar insut skala nonius dan skala dial caliver, mikrometer, dan bevel protector.

Kata kunci: Metrologi, benda ukur, pengukuran.

I. PENDAHULUAN

Metrologi merupakan ilmu pengukuran besaran teknik yang memegang peranan penting dalam produksi. Berkaitan dengan kualitas geometrik komponen mesin atau peralatan, maka metrologi geometrik ini berfungsi sebagai cara untuk mengukur apakah karakteristik geometrik masih memenuhi spesifikasi geometrik. Adapun pengukuran yang mencakup spesifikasi geometrik yaitu: bentuk, dimensi dan kekasaran.

Pada Laboratorium Metrologi, salah satu pengukuran spesifikasi geometrik yang dilakukan yaitu pengukuran dimensi benda ukur dengan topik pengukuran langsung. Adapun tujuan dari praktek pengukuran ini yaitu untuk mengenal alat ukur, mengetahui bagaimana cara penggunaannya, membandingkan fungsi alat ukur yang satu dengan yang lainnya, dan membandingkan hasil pengukuran dari berbagai alat ukur langsung.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Selama ini pada job pengukuran dimensi secara langsung hanya terdapat satu buah benda ukur. Dalam job pengukuran dimensi ini setiap kelompok terdiri dari 4–6 orang praktikan sedangkan waktu yang disediakan dalam satu job sebanyak 16 jam dengan empat kali pertemuan yang dilaksanakan selama 4 minggu berturut-turut. Alat ukur yang tersedia mistar ingsut skala nonius (0–150), mikrometer luar (dengan kapasitas 0–25 mm, 25–50 mm, dan 50–75), mikrometer dalam, bevel protektor.

Dengan demikian baik dari segi waktu yang disediakan maupun jumlah praktikan dan juga alat ukur yang tersedia sudah cukup baik. Namun yang menjadi kendala dalam mengoptimalkan penggunaan waktu untuk job pengukuran (metrologi) adalah tidak tersedianya benda ukur yang memadai baik kuantitas maupun kualitasnya. Hal ini mengakibatkan aktivitas para praktikan pada saat melakukan praktek sangat kurang. Dengan hanya satu benda ukur maka pengambilan data dapat diselesaikan dalam 4 jam atau satu kali pertemuan dan praktikan yang melakukan pengukuran hanya satu orang, 3 sampai 5 orang lainnya tidak aktif atau mengamati proses pengukuran yang dilakukan, pada akhirnya membuat praktikan kurang aktif dan tidak termotivasi melakukan praktikum.

Bertitik tolak dari kondisi inilah untuk dapat lebih meningkatkan keterampilan praktikan dalam pengukuran dimensi maka benda ukur perlu dikembangkan dengan penambahan jumlah benda ukur, dimana benda ukur dirancang untuk dapat diukur dengan menggunakan berbagai alat ukur seperti mistar ingsut, mikrometer dan bevel protektor yang tersedia di laboratorium metrologi.

Tinjauan Pustaka

Alat ukur geometrik bisa diklasifikasikan menurut prinsip kerja, kegunaan, atau sifatnya. Dari cara klarifikasi ini yang lebih sederhana adalah klarifikasi menurut sifatnya, dimana alat ukur geometrik dibagi menjadi 5 bagian jenis dasar dan 2 jenis turunan.

Jenis dasar yaitu: Alat ukur langsung, alat ukur pembanding/komparator, alat ukur acuan/standar, alat ukur batas dan alat ukur bantu. Sedangkan jenis turunan merupakan salah satu dari tiga jenis pengukuran dasar atau gabungannya, yaitu: Alat ukur khas (khusus, spesifik) dan alat ukur koordinat.

Pengukuran langsung ialah cara/metode pengukuran dengan alat ukur yang hasil pengukurannya dapat dibaca secara langsung pada alat ukur. Contoh alat ukur pengukuran langsung adalah, jangka sorong, mikrometer, mistar baja, rol meter, busur derajat, *dial indicator* dan lain-lain. Pengukuran langsung merupakan cara yang lebih baik dipilih jika seandainya hal ini memungkinkan, sehingga hasil/nilai pengukuran dapat cepat diketahui.

Analisis statistika diperlukan dalam permasalahan kalibrasi guna menentukan ketepatan dan ketelitian proses kalibrasi untuk mencapai kesimpulan umum apakah tera teliti layak diberikan pada alat ukur yang bersangkutan. Sementara itu berdasarkan data hasil pengukuran geometrik produk metoda analisis yang serupa dapat dikembangkan demi menetapkan apakah proses produksi yang bersangkutan

layak untuk digunakan sebagai cara yang paling tepat dan teliti guna menghasilkan produk yang berkualitas bagus (bisa mencapai target/sasaran produksi).

Harga rata-rata batas, varian dan deviasi standar

Jika pengukuran suatu produk dilakukan beberapa kali (n kali) secara identik, maka hasil pengukuran berupa variabel stokastik x yang dituliskan seperti berikut:

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_i, \dots, X_n$$



di mana : X_i adalah hasil setiap kali pengukuran diameter,

Perbedaan antara harga-harga ekstrim yaitu harga terbesar (misalnya x_i) dengan harga terkecil (misalnya X_2) disebut dengan jangkauan (w; range).

$$w = x_{maks} - X_{min}$$

Harga rata-rata aritmetik (arithmetical mean) dari n kali pengukuran yang identik diatas adalah :

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Secara teoritik harga rata-rata batas/teoretik

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = X - \zeta \text{ jika } n \rightarrow \infty$$

Varian teoritik : $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \zeta)^2 \rightarrow \sigma^2, \text{ jika } n \rightarrow \infty$

Deviasi standar (teoritik) : $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Harga rata-rata dan varian distribusi empirik

Harga rata-rata empirik:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Acuan penulisan angka (computing origin) dapat dipakai untuk mempermudah penghitungan dengan bentuk linier seperti berikut:

$$x_i = \alpha + \beta w_i$$

Harga rata-rata variabel x dapat didekati dengan harga rata-rata dari kelas (misalkan dari sampel berukuran n data dikelompokkan menjadi m kelas) sebagai berikut:

$$\bar{x} = \bar{t} = \alpha + \beta \bar{w}$$

α = acuan penulisan angka (computing origing)

β = faktor pengali untuk mempermudah perhitungan

Dimana harga rata-rata empirik $\bar{w} = \frac{\sum w}{n}$

Varian empirik dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$s^2 = \frac{SSDx}{f}$$

Keterangan:

$SSD_x =$ *Sum of Squares of Deviation*; selisih setiap harga (variabel x) terhadap harga rata-rata.

$f = n - 1$; derajat kebebasan (*degrees of freedom*) bagi varian yang dihitung langsung dari data variabel x untuk sampel berukuran n.

SSD_x dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$SSD_w = SS_w - \frac{S^2_w}{n}$$

Pengelompokan kelas-kelas dengan nilai tengah kelas

$$x \approx st = \beta \cdot s_w$$

Penyimpangan Dalam Proses Pengukuran

Ada dua istilah penting dalam pengukuran yaitu ketelitian dan ketepatan. Ketelitian adalah persesuaian antara hasil pengukuran dengan harga sebenarnya. Harga sebenarnya tidak pernah diketahui, yang dapat ditentukan hanyalah harga pendekatan atau disebut dengan harga yang dianggap benar. Perbedaan antara harga yang diukur dan harga yang dianggap benar disebut dengan kesalahan sistematis. Semakin kecil kesalahannya, proses pengukuran dianggap teliti. Sedangkan ketepatan adalah kemampuan proses pengukuran untuk menunjukkan hasil yang sama dari pengukuran yang dilakukan berulang-ulang dan identik.

Faktor-faktor yang membuat suatu proses pengukuran menjadi tidak teliti dan tidak tepat dapat berasal dari berbagai sumber yaitu:

1. Alat ukur
2. Benda ukur
3. Posisi pengukuran
4. Lingkungan, dan
5. Orang (sipengukur).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Mekanik dan Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang (Proses Manufaktur) dengan waktu penelitian 6 bulan. Penelitian ini dilakukan beberapa tahap agar lebih terarah sehingga alokasi waktu yang dijadwalkan dapat tercapai sesuai dengan perencanaan.

Prosedur/Langkah Kerja

Pada proses pembuatan benda ukur untuk digunakan sebagai alat praktek pengukuran adalah sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

Berdasarkan hasil studi pustaka maka diperoleh cara pengukuran produk benda ukur dengan menggunakan berbagai jenis alat ukur seperti jangka sorong, mikrometer 0-25 mm, mikrometer 25-50, mikrometer 50-75 mm, mikrometer 75-100, dan bevel protektor. Persiapan bahan dan alat penelitian berupa; baja Assab

HQ 705, arang tempurung kelapa, oli *quenching*, kawat pengikat. Sedangkan alat yang digunakan adalah mesin gergaji potong, mesin frais, tungku pemanas, mesin gerinda datar, *hardness test*, mesin polis dan alat-alat ukur dimensi.

b. Tahap Proses Pengerjaan

Adapun proses pengerjaan permesinan terdiri dari:

Proses Pemotongan Material: Material yang akan dipotong adalah material dari bahan baja Assab HQ.

Proses pengerjaan: Proses pembuatan benda ukur ini dilakukan dengan beberapa proses antara lain Proses Frais, Proses Heat Treatment, Gerinda Datar.

c. Prosedur Pengujian dan Pengukuran

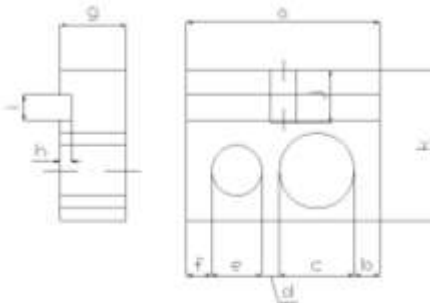
Proses pengukuran (*Quality Control*) terdiri dari :

- Pengujian kekerasan bahan: Untuk mengetahui apakah kekerasan bahan sudah mencapai 45 – 50 HRC maka setelah proses heat treatment dilakukan proses pengujian bahan dengan metode Vickers.
- Pengukuran kekasaran permukaan: Dilakukan untuk memeriksa kualitas kekasaran permukaan produk dibuat.
- Pengukuran dimensi: Dilakukan untuk memperoleh data ukuran dimensi produk benda ukur hasil permesinan gerinda datar dengan menggunakan berbagai alat ukur.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran

Pengukuran Benda Ukur Segi Empat



Gambar 1. Benda ukur segi empat

Tabel 1. Hasil Pengukuran blok segi empat dengan mistar insut

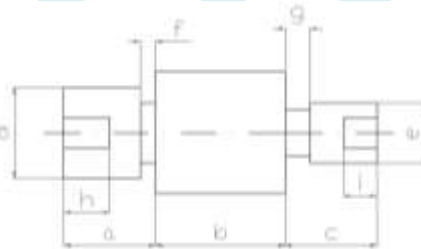
Obyek Ukur	Pengukuran Dengan Mistar Insut Kecermatan 0.05					
	Posisi Mistar Insut Nol					
	Skala Nonius					
	Benda 1	Benda 2	Benda 3	Benda 4	Benda 5	Benda 6
a	95.15	95.05	95.15	95.10	95.20	95.25
b	20.00	20.40	20.35	20.20	20.45	20.20
c	20.90	20.90	20.75	20.85	20.85	21.00
d	23.15	23.25	23.20	23.10	23.30	23.10

e	10.75	10.55	10.65	10.70	10.70	10.70
f	20.50	20.35	20.35	20.45	20.10	20.40
g	23.50	23.25	23.60	23.60	23.50	23.50
h	4.60	4.30	4.65	4.60	4.60	4.70
i	9.90	9.90	9.90	9.80	9.75	9.70
j	20.15	20.30	20.25	20.10	20.30	21.15
k	64.70	64.55	64.70	64.55	64.75	64.85

Tabel 2. Hasil pengukuran blok segi empat menggunakan mikrometer

Obyek Ukur	Pengukuran Dengan Mikrometer Kecermatan 0.01					
	Posisi Mikrometer Nol					
	Skala Nonius					
	Benda 1	Benda 2	Benda 3	Benda 4	Benda 5	Benda 6
a	95.04	95.01	95.02	95.03	95.02	95.09
c	20.80	20.84	20.74	20.81	20.62	20.87
e	10.61	10.24	10.30	10.27	10.65	10.61
g	23.48	23.38	23.45	23.55	23.44	23.48
h	4.59	4.62	4.65	4.57	4.40	4.57
i	9.80	9.90	9.83	9.32	9.66	9.40
j	20.09	20.08	20.08	20.03	20.05	20.06
k	64.68	64.63	64.69	64.58	64.69	64.50

Pengukuran Benda Ukur Poros



Gambar 2. Benda ukur poros

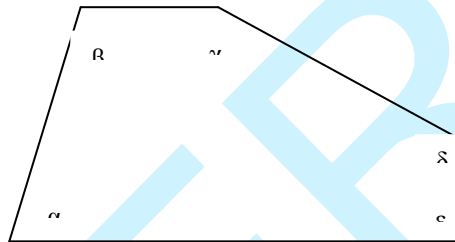
Tabel 3. Hasil pengukuran poros menggunakan mistar insgut

Obyek Ukur	Pengukuran Dengan Mistar Ingsut Kecermatan 0.05					
	Posisi Mistar Ingsut Nol					
	Skala Nonius					
	Benda 1	Benda 2	Benda 3	Benda 4	Benda 5	Benda 6
a	30.00	30.05	30.05	30.10	30.20	30.00
b	40.05	40.00	40.35	40.15	40.25	40.00
c	30.00	30.20	30.30	30.35	30.20	30.35
d	29.95	29.85	29.85	29.80	29.90	29.60
e	19.70	19.80	19.85	19.95	19.85	19.90
f	5.10	5.05	5.15	5.10	5.05	5.10
g	7.10	7.15	7.00	7.25	7.10	7.10
h	15.20	15.45	16.50	15.25	15.55	15.20
i	11.20	11.50	11.05	11.60	11.60	11.20

Tabel 4. Hasil Pengukuran Poros Menggunakan Mikrometer

Obyek Ukur	Pengukuran Dengan Mikrometer Kecermatan 0.01					
	Posisi Mikrometer Nol					
	Skala Nonius					
	Benda 1	Benda 2	Benda 3	Benda 4	Benda 5	Benda 6
b	40.05	40.31	40.10	40.05	40.22	40.10
d	29.89	29.86	29.75	29.68	29.85	29.89
e	19.91	19.59	19.84	19.94	19.82	19.91
f	5.04	5.01	5.03	5.02	5.02	5.09
g	7.00	7.15	7.15	7.25	7.35	7.35
h	15.43	15.15	15.40	15.11	15.41	15.15
i	11.44	11.36	11.44	11.02	11.08	11.18

Pengukuran Benda Ukur Sudut



Gambar 3. Benda ukur sudut untuk pengukuran sudut

Tabel 5. Hasil pengukuran benda ukur sudut dengan bevel protektor

Obyek Ukur	Pengukuran Dengan Menggunakan Bevel Protektor Kecermatan 5°					
	Posisi Bevel Protektor Nol					
	Skala Nonius					
	Benda 1	Benda 2	Benda 3	Benda 4	Benda 5	Benda 6
α	77°	77°	77°	77°	77°	77°
β	103°	103°	103°	103°	103°	103°
γ	140°	140°	140	140°	140	140
δ	130°	130°	130°	130°	130°	130°
ϵ	90°	90°	90°	90°	90°	91°

Analisis Data Statistik

Berdasarkan data obyek ukur a pada tabel 1 diatas, dimana obyek ukur diukur menggunakan mistar insut dengan kecermatan 0.05 diperoleh ada pengukuran yang bervariasi. Untuk mengetahui bentuk penyimpangan yang terjadi karena adanya variasi ukuran dari ke 6 produk dibutuhkan analisis statistik seperti berikut ini:

Tabel 6. Hasil pengukuran obyek ukur a benda ukur segi empat dengan kecermatan alat ukur sampai 2 angka dibelakang titik desimal (0.05 mm)

Kelas (tj)	Frekwensi (aj)	tj = 95.00 + 0.05wj		wj ²	aj.wj ²	Frekwensi	
		(wj)	(aj.wj)			(q)	(q Kumulatif)
95.05	1	1	1	1	1	16.667	16.667

95.10	1	2	2	4	4	16.667	33.333
95.15	2	3	6	9	18	33.333	66.667
95.20	1	4	4	16	16	16.667	83.333
95.25	1	5	5	25	25	16.667	100.000
Total	n = 6		Sw = 18		SSw = 64		

Berdasarkan tabel 6 maka jenis penyimpangan berdasarkan selang kepercayaan dapat dihitung seperti berikut ini :

- a. Harga rata – rata empirik :

$$\bar{w} = \frac{S_w}{n} = \frac{18}{6} = 3$$

- b. Harga rata – rata dari variabel ($\bar{x} = \bar{t}$)

$$\bar{x} = \bar{t} = \alpha + \beta \bar{w}$$

$$\bar{x} = \bar{t} = 95 + 0.05 \bar{w} = 95.15$$

- c. Selisih setiap harga variabel terhadap harga rata – rata (SSD_w)

$$SSD_w = SS_w - \frac{S^2_w}{n} = 10$$

- d. Varian Empirik (s^2_w) :

$$s^2_w = \frac{SSD_w}{n-1}$$

$$s_w = 1.41421$$

- e. Pengelompokan kelas-kelas dengan nilai tengah kelas

$$x \approx st = \beta \cdot s_w \\ = 0.0707107$$

- f. Selang kepercayaan untuk tingkat kepercayaan 95%

$$t_{.975} (f = 5) = 2.571$$

$$t_{.25} (f = 5) = -2.571$$

$$P \{-2.571 < t < 2.571\}$$

$$P \left\{ -2.571 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + 2.571 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right\} = 95 \%$$

Dengan demikian :

$$\text{Batas atas} = \bar{x} + 2.571 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = 95.15505$$

$$\text{Batas bawah} = \bar{x} - 2.571 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = 95.14495$$

$$\text{Sehingga: } P \{ 95.14495 < m < 95.15505 \} = 95 \%$$

- g. Menentukan jenis kesalahan yang terjadi

Mean teoritikal value (m):

$$P\{u\} = 33.333 \% = -0.4383$$

$$P\{u\} = 66.667 \% = 0.4300$$

$$u(0.6670) = 0.4383$$

$$m = 95.15 - \frac{(0.4383 - 0) \times (95.15 - 95.10)}{(0.4383 - (-0.4383))}$$

$$m = 95.125$$

Sehingga jenis kesalahan yang terjadi adalah kesalahan sistematis.

Pembahasan

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka diperoleh hasil seperti pada tabel hasil analisa data berikut ini:

Tabel 7. Hasil analisis selang kepercayaan benda ukur segi empat dengan menggunakan mistar insut.

Pengukuran Dengan Mistar Insut Kecermatan 0.05					
Harga Rata = $[x \approx t = \alpha + 0.05w]$					
Tingkat Kepercayaan 95% $[t.975 f=5]$					
Obyek Ukur	Mean Theoretical Value	Batas atas	Batas bawah	Selang Kepercayaan	Jenis Kesalahan
	(m)				
A	95.125	95.1449	95.1550	$P\{95.1449 < m < 95.1550\} = 95\%$	Sistematis
B	20.300	20.2798	20.3034	$P\{20.2798 < m < 20.3034\} = 95\%$	Rambang
C	20.800	20.9481	20.9518	$P\{20.9481 < m < 20.9518\} = 95\%$	Sistematis
D	23.150	23.1775	23.1891	$P\{23.1775 < m < 23.1891\} = 95\%$	Sistematis
E	10.300	10.6700	10.6799	$P\{10.6700 < m < 10.6799\} = 95\%$	Sistematis
F	20.350	20.3483	20.3682	$P\{20.3483 < m < 20.3682\} = 95\%$	Rambang
G	23.500	23.4986	23.5180	$P\{23.4986 < m < 23.5180\} = 95\%$	Rambang
H	4.584	4.5649	4.5850	$P\{4.5649 < m < 4.5850\} = 95\%$	Rambang
I	20.150	20.1675	20.1824	$P\{20.1675 < m < 20.1824\} = 95\%$	Sistematis
J	20.800	20.6608	20.6724	$P\{20.6608 < m < 20.6724\} = 95\%$	Sistematis
K	64.675	64.6749	64.6916	$P\{64.6749 < m < 64.6916\} = 95\%$	Rambang

Tabel 8. Hasil analisis selang kepercayaan benda ukur segi empat dengan menggunakan mikrometer

Pengukuran Dengan Mikrometer Kecermatan 0.01					
Harga Rata = $[x \approx t = \alpha + 0.01w]$					
Tingkat Kepercayaan = 95% $[t.975(f=5)]$					
Obyek Ukur	Mean Theoretical Value	Batas bawah	Batas atas	Selang Kepercayaan	Jenis Kesalahan
	(m)				
a	95.020	95.1729	95.1770	$P\{95.1729 < m < 95.1770\} = 95\%$	Sistematis
b					
c	20.800	20.9481	20.9518	$P\{20.9481 < m < 20.9518\} = 95\%$	Sistematis
d					
e	10.691	10.4327	10.4605	$P\{10.4327 < m < 10.4605\} = 95\%$	Sistematis
f					
g	23.450	23.4536	23.4630	$P\{23.4536 < m < 23.4630\} = 95\%$	Sistematis
h	4.570	4.5604	4.5729	$P\{4.5604 < m < 4.5729\} = 95\%$	Rambang

i	20.060	20.0633	20.0666	$P\{20.0633 < m < 20.0666\} = 95\%$	Sistematik
j	20.690	20.7185	20.7448	$P\{20.7185 < m < 20.7448\} = 95\%$	Sistematik
k	64.630	64.6226	64.6337	$P\{64.6226 < m < 64.6337\} = 95\%$	Rambang

Tabel 9. Hasil analisis selang kepercayaan benda ukur poros dengan menggunakan mistar ingsut.

Pengukuran Dengan Mistar ingsut Kecermatan 0.05					
Harga Rata = $[\bar{x} \approx t = \alpha + 0.05w]$					
Tingkat Kepercayaan 95% $[t.975(f=5)]$					
Obyek Ukur	Mean Teoritical Value (M)	Batas bawah	Batas atas	Selang Kepercayaan	Jenis Kesalahan
a	30.025	30.0612	30.0720	$P\{30.0612 < m < 30.0720\} = 95\%$	Sistematik
b	40.050	40.1230	40.1436	$P\{40.1230 < m < 40.1436\} = 95\%$	Sistematik
c	30.200	30.1882	30.2117	$P\{30.1882 < m < 30.2117\} = 95\%$	Rambang
d	29.825	29.8162	29.8336	$P\{29.8162 < m < 29.8336\} = 95\%$	Rambang
e	19.841	19.8355	19.8478	$P\{19.8355 < m < 19.8478\} = 95\%$	Rambang
f	5.065	5.2652	5.2847	$P\{5.2652 < m < 5.2847\} = 95\%$	Sistematik
g	7.068	7.1107	7.1220	$P\{7.1107 < m < 7.1220\} = 95\%$	Sistematik
h	15.250	15.3469	15.3697	$P\{15.3469 < m < 15.3697\} = 95\%$	Sistematik
i	11.180	11.0649	11.0683	$P\{11.0649 < m < 11.0683\} = 95\%$	Sistematik

Tabel 10. Hasil analisis selang kepercayaan benda ukur poros dengan menggunakan mikrometer.

Pengukuran Dengan Mikrometer Kecermatan 0.01					
Harga Rata = $[\bar{x} \approx t = \alpha + 0.01w]$					
Tingkat Kepercayaan = 95% $[t.975(f=5)]$					
Obyek Ukur	Mean Teoritical Value (M)	Batas bawah	Batas atas	Selang Kepercayaan	Jenis Kesalahan
a					
b	40.075	40.1146	40.1319	$P\{40.1146 < m < 40.1319\} = 95\%$	Sistematik
c					
d	29.810	29.8072	29.8193	$P\{29.8072 < m < 29.8193\} = 95\%$	Rambang
e	19.840	19.8258	19.8441	$P\{19.8258 < m < 19.8441\} = 95\%$	Rambang
f	5.020	5.0247	5.0452	$P\{5.0247 < m < 5.0452\} = 95\%$	Sistematik
g	7.150	7.1986	7.2180	$P\{7.1986 < m < 7.2180\} = 95\%$	Sistematik
h	15.150	15.5604	15.5729	$P\{15.5604 < m < 15.5729\} = 95\%$	Sistematik
i	11.200	11.3413	11.3752	$P\{11.3413 < m < 11.3752\} = 95\%$	Sistematik

Pada tabel 7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran dimensi setiap obyek ukur pada benda ukur segi empat dengan menggunakan mistar ingsut kecermatan 0.05 penyimpangan rambang terjadi pada obyek ukur b, f, g, h dan k sedangkan penyimpangan sistematik terjadi pada obyek ukur a, c, d, e, dan i. Pada tabel 8 untuk pengukuran dengan menggunakan mikrometer dengan kecermatan 0.01 penyimpangan rambang terjadi pada obyek ukur h dan k sedangkan pada obyek ukur lainnya seperti a, b, c, d, e, f, g dan i terjadi penyimpangan sistematik.

Pada tabel 9 menunjukkan bahwa hasil pengukuran dimensi setiap obyek ukur pada benda ukur poros dengan menggunakan mistar ingsut kecermatan 0.05 penyimpangan rambang terjadi pada obyek ukur c, d, dan e sedangkan penyimpangan sistematis terjadi pada obyek ukur a, b, f, g, h, dan i. Demikian pula pada tabel 10 untuk pengukuran dengan menggunakan mikrometer dengan kecermatan 0.01 penyimpangan rambang terjadi pada obyek ukur d dan e sedangkan pada obyek ukur lainnya seperti b, f, g, h dan i terjadi penyimpangan sistematis.

Dari tabel 7 dan tabel 9 hasil pengukuran obyek ukur pada benda ukur segi empat dan poros dengan menggunakan alat ukur mistar ingsut menunjukkan bahwa persentase penyimpangan sistematis 60% dan penyimpangan rambang 40%. Pada tabel 8 dan tabel 10 hasil pengukuran obyek ukur dengan menggunakan mikrometer menunjukkan bahwa penyimpangan sistematis 73,3% dan penyimpangan rambang 26.66%.

Besarnya penyimpangan sistematis antara 60%-73.3% menunjukkan terjadinya kesalahan sistematis yang disebabkan oleh berbagai variabel produksi seperti kesalahan pengukuran, kesalahan alat ukur, kesalahan operator dan kesalahan mesin. Kesalahan sistematis ini dapat diperbaiki dengan mencari dan membetulkan sumber kesalahan.

Sedangkan penyimpangan rambang sebesar 26.66%-40% menunjukkan predikat atau tanda (tera) tepat dan teliti dimana keterulangannya tinggi dan juga harga rata-ratanya terletak pada atau didekat ukuran sebenarnya. Hampir semua harga pengukuran terletak dalam daerah ukuran yang diinginkan (daerah sasaran). Namun kesalahan rambang tersebut sulit diperbaiki karena sumber penyebabnya sulit dicari.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Produk benda ukur yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai macam variasi pengukuran dengan menggunakan beberapa alat ukur seperti mistar ingsut skaka nonius dan skala dial caliver, micrometer, dan bevel protector.
2. Pengembangan dan penambahan jumlah benda ukur job pengukuran langsung. Jumlah benda ukur bertambah sebanyak 24 buah yang terdiri dari 6 buah benda segi empat, 6 buah benda berbentuk poros, 6 buah benda untuk pengukuran sudut, dan 6 buah benda berbentuk bertingkat .
4. Dari hasil analisis statistik diketahui bahwa ukuran benda ukur segi empat dan poros terjadi kesalahan sistematis dan kesalahan rambang.

5.2 Saran

1. Melihat manfaat benda ukur ini cukup besar, maka disarankan agar benda ukur ini dapat digunakan dengan benar dan dirawat dengan baik

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat ditindaklanjuti untuk dijadikan sebagai bagian job dari Laboratorium Metrologi dan Pengukuran.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Amran, 1991. *Penuntun Praktek Perlakuan Panas Bagian 1. PT. Tira Austenite, Jakarta.*
- Gruber, Karl, 1990. *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam. Diterjemahkan oleh Eddy D. Hardjapamekas. Penerbit Angkasa Bandung.*
- Industrial Training Service, 1985. *Teori Perlakuan Panas (Modul). Politeknik Manufaktur Bandung, Institut Teknologi Bandung. Bandung.*
- Rachim Taufik, S.M. Soetarto, 1980. *Teknik Pengukuran., Departemen Pendidikan dan Kebudayaan., Jakarta.*
- Rochim Taufiq, Wirjomartono Sri Hardjoko, *Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik., Industrial Metrology Laboratory, Mechanical & Production Engineering (MPE), Mesin, FTI-ITB.*
- Rochim Taufiq, ST. Marjanto & Afzeri., *Buku Petunjuk & Laporan Praktikum Metrologi Industri, Laboratorium Metrologi Industri, Jurusan Teknik Mesin FTI – ITB.*
- Sridadi. 2007. *Diktat Mata Kuliah Evaluasi Pembelajaran Pengukuran. Yogyakarta: FIK UNY*
- Vliet, G.L.J. Van dan Both, W.,1985. *Teknologi untuk Bangunan Mesin (Bahan-Bahan I). Diterjemahkan oleh Haroen. Erlangga. Jakarta.*
-1989. *Pengetahuan Bahan. Politeknik Mekanik Swiss – ITB, Bandung.*
- William Shockley. id.wikipedia.org/wiki/pengukuran). Diakses tanggal 05 Agustus 2009.