

# RANCANG BANGUN PERANGKAT PRAKTIKUM PENGUJIAN GEOMETRIS KELURUSAN DAN KESILINDRISAN

Anwar Sukito Ardjo, Suryanto, Rofarsyam, Sulasih, Vonny Siti Anggraheni B

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang  
Email : [anwars.ardjo@gmail.com](mailto:anwars.ardjo@gmail.com)

## Abstrak

*Pengujian toleransi geometris sebuah komponen mesin sangat erat kaitannya dengan peran fungsional komponen dimaksud. Ketelitian geometris komponen-komponen mesin sangat menentukan pada saat komponen saling dirakit menjadi sebuah sistem mekanis. Ketelitian geometris mencakup ketelitian 1-Dimensi seperti kelurusan dan kebulatan. Ketelitian geometris mencakup ketelitian 2-Dimensi mencakup: kerataan, kesilindrisan, kesatusumbuan, ketepatan posisi, dan kesimetrisan. Serta toleransi putar. Pemahaman praktis tentang karakteristik fungsional geometris hanya akan benar apabila memahami simbol geometris, dasar penentuan besaran toleransi, dan cara melakukan pengujian/pengukurannya. Permasalahan yang dihadapi adalah minimnya referensi dan perangkat yang menunjang praktikum pengukuran/pengujian karakteristik fungsional geometris komponen mesin. Praktikum pengukuran di laboratorium mesin saat ini mahasiswa belum mendapatkan materi yang berkaitan dengan kualitas dan karakteristik geometris komponen mesin, hal ini karena laboratorium mesin Politeknik Negeri Semarang belum memiliki peralatan praktikum untuk praktikum seperti ini. Tujuan dari penelitian ini adalah Membangun Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan. Metode penelitian menggunakan fase proses desain yang dikemukakan oleh Budynas and Nisbett yang terdiri dari : identifikasi kebutuhan, pendefinisian masalah, sintesis, analisis & optimisasi, evaluasi, dan presentasi. Hasil menunjukkan bahwa : perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan telah berhasil dibuat, alat telah dapat berfungsi, spesifikasi alat : 20 cm x 50cm x 50cm.*

**Kata Kunci :** “toleransi geometris”, “kesilindrisan”, “kelurusan”, “alat praktikum uji geometris”.

## 1. Pendahuluan

Pengujian toleransi geometris sebuah komponen mesin sangat erat kaitannya dengan peran fungsional komponen dimaksud. Ketelitian geometris sebuah komponen sangat menentukan pada saat komponen saling dirakit menjadi sebuah sistem mekanis. Ketelitian geometris mencakup ketelitian 1-Dimensi seperti kelurusan dan kebulatan. Ketelitian geometris mencakup ketelitian 2-Dimensi mencakup: kerataan, kesilindrisan, kesatusumbuan, ketepatan posisi, dan kesimetrisan, serta toleransi putar.

Suatu mesin, direncanakan untuk suatu karakteristik fungsional yang tertentu, misalnya pompa sentrifugal dengan kemampuan untuk mengalir-cairan ke suatu tinggi yang tertentu dengan kecepatan aliran yang tertentu pula. Dudukan poros pompa sentrifugal ini direncanakan dengan

memakai suatu bantalan luncur misalnya. Diameter poros bantalan luncur harus mempunyai kelonggaran tertentu terhadap diameter bantalannya supaya mempermudah pelumasan untuk mengurangi gaya tekan. Ukuran kelonggaran ini tidak boleh terlalu kecil supaya poros mudah berputar, tetapi juga tidak boleh terlalu besar untuk menghindari kebocoran ataupun getaran yang diakibatkan oleh beban dinamis yang dialami oleh poros. Besar kelonggaran ini tergantung atas ukuran poros maupun lubang, dalam hal ini dapat kita sebut sebagai *kualitas geometris* dari bantalan luncur. Karakteristik geometris dari komponen-komponen mesin mempunyai pengaruh yang besar atas kualitas fungsional dari mesin, akan tetapi kita tidak dapat menggunakannya sebagai ukuran kemampuan dari mesin (pompa) yang bersangkutan.

Proses desain suatu mesin menentukan karakteristik fungsional dan karakteristik geometris yang harus dicapai yang dicantumkan pada gambar teknik dalam bentuk simbol pengerjaan. Selanjutnya bagian manufaktur akan mengerjakan sesuai dengan simbol yang terdapat pada gambar teknik. Hasil dari bagian manufaktur akan diperiksa untuk menentukan apakah komponen yang dikerjakan sudah sesuai dengan ketentuan yang dituntut oleh simbol gambar teknik.

Rochim (2010) menyebutkan bahwa untuk mendapatkan karakteristik fungsional yang baik diperlukan karakteristik geometrik yang baik pula. Umumnya, karakteristik fungsional suatu komponen mesin akan didapatkan setelah komponen tersebut dirakit dengan komponen pasangannya. Agar komponen-komponen mesin dapat terakit sempurna, maka karakteristik geometrik harus ideal.

Produk yang tidak tepat fungsinya akan menyebabkan *loss* pada konsumen. Taguchi dkk (1989) menyatakan bahwa *loss* hanya akan terjadi pada produk yang dipasarkan kekonsumen karena dalam hal ini *loss* dihitung sebagai kerugian yang diderita oleh konsumen. Sedangkan produk *reject* yang tidak dipasarkan hanya akan berdampak pada keuangan perusahaan dan tidak dapat disebut sebagai *loss* bagi konsumen.

Phakde (1989) menyebutkan bahwa produk yang menyebabkan *loss* pada masyarakat tidak hanya produk yang karakteristik geometriknya melewati batas toleransi. Produk yang karakteristik geometriknya berada dalam batas toleransi pun dapat menyebabkan *loss* pada masyarakat.

Permasalahan dalam memeriksa geometris suatu komponen adalah apakah sudah menggunakan prosedur pengukuran yang benar, sehingga hasil pengukuran terjamin validitasnya. Peraltan praktikum pengukuran yang akan dibuat dalam penelitian ini bertujuan agar mahasiswa

dapat menerapkan prosedur pengukuran geometris yang tepat sesuai simbol yang tertera pada gambar teknik. Kemungkinan terjadi kesalahan misalnya bila sebuah silinder memiliki simbol toleransi geometris kesilindrisan dan kelurusan, bila tidak mengerti prosedur pengukuran kedua simbol toleransi geometris dimaksud, maka akan terjadi kesalahan pengukuran dan hasilnya tidak valid.

Toleransi memberi arti yang sangat penting sekali dalam dunia industri. Selama proses pembuatan suatu produk banyak faktor yang terkait didalamnya, misalnya faktor alat dan operator. Oleh karena itu ukuran yang diperoleh tentu akan bervariasi. Variasi ukuran yang terjadi ini disatu pihak memang disengaja untuk dibuat, sedang dipihak lain adanya banyak faktor yang mempengaruhi proses pembuatannya.

Variasi ukuran yang sengaja dibuat untuk memperoleh suatu produk yang berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Variasi ukuran ini memiliki batas-batas ukuran yang direncanakan agar komponen-komponen yang dibuat dapat dipasangkan satu sama lain (*interchangeability*) sehingga fungsi dari satuan unit komponen dapat terpenuhi.

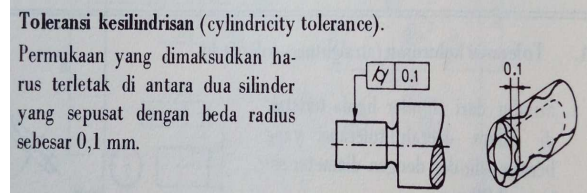
Terdapat sejumlah simbol geometris terkait dengan perancangan komponen mesin. Tabel 1 menunjukkan simbol-simbol geometris menurut ISO/R 702.

**Tabel 1. Simbol-Simbol Toleransi Geometris**

Elemen dan toleransi		Sifat yang diberi toleransi	Lambang
Elemen tunggal	Toleransi bentuk	Kelurusan	—
		Kedataran	▭
		Kebulatan	○
		Kesilindrisan	⊘
		Profil garis	⌒
Elemen tunggal atau yang berhubungan	Toleransi bentuk	Profil permukaan	⌒
Elemen-elemen yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	//
		Ketegak lurus	⊥
		Ketirusan	∠
	Toleransi lokasi	Posisi	⊕
		Konsentrisitas dan koaksialitas	⊙
		Kesimetrisan	≡
	Toleransi putar	Putar tunggal	↺
		Putar total	↻

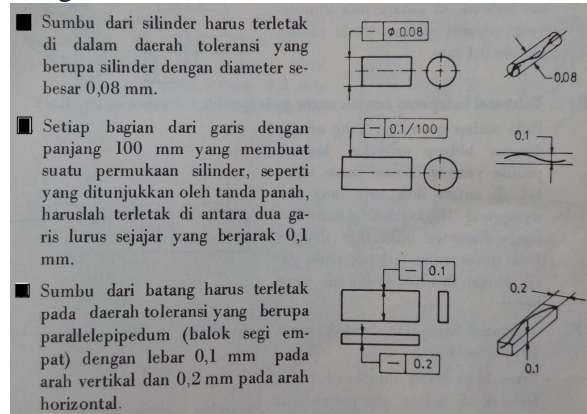
(Sato dan Hartanto, 2010:150)

Pengertian dari kesilindrisan adalah :



Rochim,2001:46)

Pengertian dari kelurusan adalah :



Rochim,2001:45)

Pemahaman praktis tentang karakteristik fungsional geometris hanya akan benar apabila memahami simbol geometris, dasar penentuan besaran toleransi, dan cara melakukan pengujian/pengukurannya. Permasalahan yang dihadapi adalah minimnya referensi dan perangkat yang menunjang praktikum pengukuran/pengujian karakteristik fungsional geometris komponen mesin. Praktikum pengukuran di laboratorium mesin saat ini mahasiswa belum mendapatkan materi yang berkaitan dengan kualitas dan karakteristik geometris komponen mesin, hal ini karena laboratorium mesin Politeknik Negeri Semarang belum memiliki peralatan praktikum untuk praktikum seperti ini. Materi praktikum ketelitian dan karakteristik geometris diperlukan mahasiswa agar memiliki bekal mendasar untuk merancang sebuah mesin, merancang komponen mesin, dan dalam mengerjakan pembuatan komponen mesin.



a. Alat ukur

SPECIFICATIONS

Rotary Table	Rotating method	Unique Porous Static Air Bearing System
	Rotational accuracy	Theta-axis (0.02+0.0004H) μm H : Height from table (mm)
		R-axis (0.02+0.0006R) μm R : Radius from rotation center (mm)
	Table Size	φ 180 mm Centering/Tilting Range : ±2 mm/±1°
Measuring Size/Loading Capacity	φ 368 mm/25 kg	
Loading Size	φ 450 mm	
Vertical Column	Straightness Accuracy	0.25 μm/100 mm (0.60 μm/250 mm)
	Parallelism	0.8 μm/200 mm
	Vertical Motion Range	250 mm (b stylus arm)
	Max. Measuring Height	OD 420 mm ID 270 mm
Pick Up	Measuring Force/Range	Within 100 mN (10 gf) Changeable/1800 μm (b stylus arm)
Amplifier	Magnification	100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000

b. spesifikasi

**Gambar 1. Instrumen Pengujian Geometris Kesilindrisan dan Kelurusan**

Instumen ukur kesilindrisan dan kerataan termasuk dalam instumen presisi karena ketelitian geometris instrumen dapat mencapai 25nm (0,00025m)/100 mm, sehingga dapat menjamin kehandalan ketelitian hasil pengukuran. Gambar 1 salah satu produk menunjukkan alat ukur beserta dengan spesifikasi ketelitiannya. Produk ini memiliki harga yang sangat tinggi, sehingga merupakan investasi yang terlalu tinggi bagi laboratorium pengukuran di Politeknik Negeri Semarang. Hal ini mendorong upaya untuk membuat sendiri instrumen uji geometris kesilindrisan dan kelurusan. Mesin perkakas yang ada di Politeknik Negeri Semarang memiliki kemampuan menghasilkan produk dengan ketelitian hingga 0,05 mm. Tingkat ketelitian ini sudah dapat diterima sebagai ketelitian komponen mesin, sehingga merealisasikan instumen pengukuran geometris kesilindrisan dan kelurusan memanfaatkan fasilitas yang dimiliki Politeknik Negeri Semarang merupakan sesuatu yang sangat mungkin.

Sisi lain dari pembuatan instrumen laboratorium juga dapat mendorong kemampuan Politeknik Negeri Semarang untuk memasuki dalam memproduksi instrumen presisi.

Oleh karena itu maka diperlukan realisasi model perangkat praktikum pengukuran / pengujian karakteristik fungsional geometris yang diharapkan dapat memberi pemahaman praktis cara menentukan daerah pengukuran, memilahat ukur, melakukan pengukuran, dan mengolah data agar diperoleh hasil pengukuran yang valid.

### **1.1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

- Mahasiswa program studi teknik mesin Politeknik Negeri Semarang belum mendapatkan materi praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris
- Laboratorium Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang belum memiliki perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris komponen mesin
- Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakterisitk geometris masih sulit ditemukan dipasaran.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan seperti apa yang dapat digunakan untuk melengkapi Laboratorium Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.

### **1.3. Tujuan Khusus Penelitian**

Tujuan khusus penelitian ini adalah membangun Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Bila perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan ini berhasil direalisasikan, maka diperoleh manfaat sebagai berikut:

- Mahasiswa dapat melakukan praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan
- Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan dapat disediakan sendiri
- Dapat diajukan HKI dan Paten terhadap produk praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan.

### **1.5. Temuan yang Ditargetkan**

Temuan yang ditargetkan adalah :

- Dihasilkan perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan yang hasil pengukurannya valid dan handal, sehingga dapat memenuhi kebutuhan fungsional suatu komponenmesin
- Potensi mengajukan Hak atas Kekayaan Intelektual.

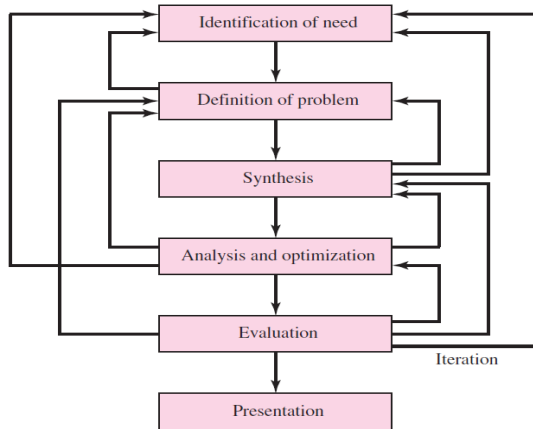
## **2. Metode Penelitian**

### **2.1. Waktu dan tempat pelaksanaan**

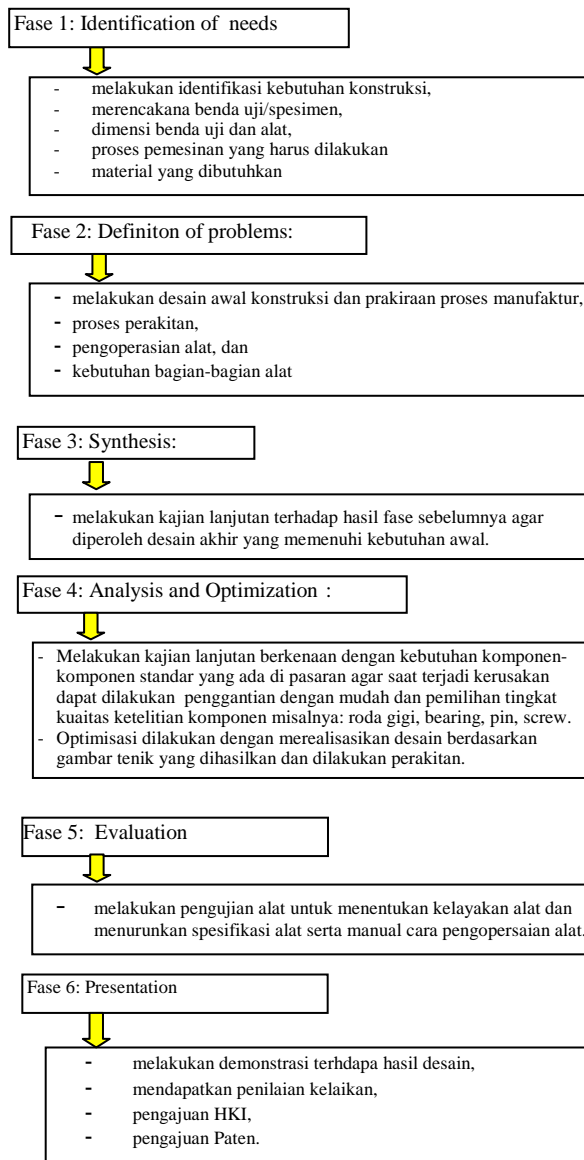
Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juni – Nopember 2016 bertempat di kampus Politeknik Negeri Semarang

### **2.2. Metode yang digunakan**

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini mengadopsi fase proses desain yang dikemukakan oleh Budynas and Nisbett (2011:6) seperti pada gambar 2. Adapun tiap fase penelitian dilakukan kegiatan-kegiatan digambarkan pada gambar 3.



**Gambar 2. Fase Proses Desain**  
(Budynas and Nisbett, 2011:6)



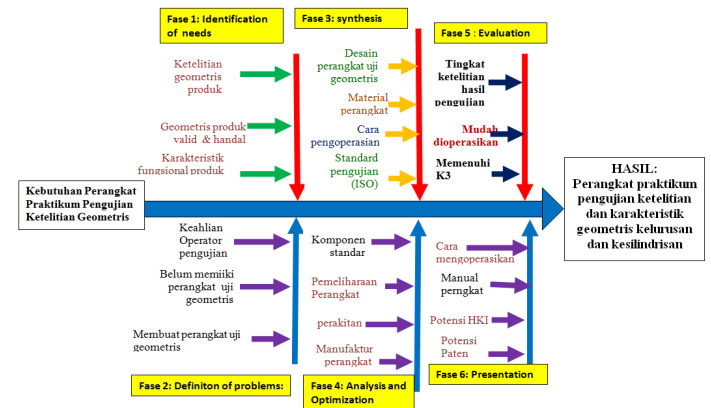
**Gambar 3. Fase Alir Penelitian**

### 2.3. Roadmap Penelitian

Roadmap penelitian yang akan dilaksanakan untuk membangun Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4. Roadmap Penelitian**

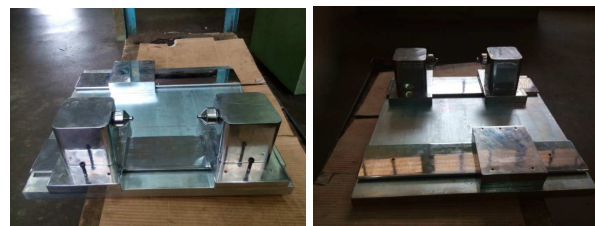


**Gambar 5. Diagram Tulang Ikan Fase Penelitian**

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Spesifikasi

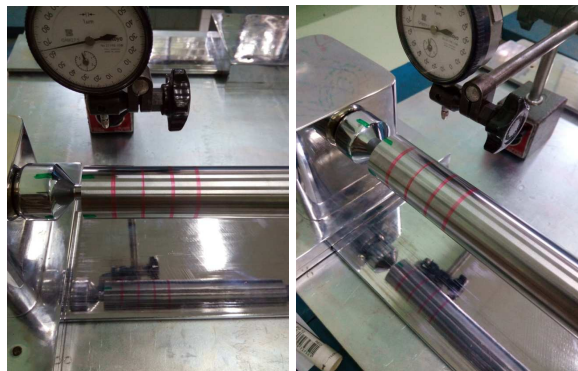
- Berat alat setelah dirakit : 70 kg
- Dimensi Alat setelah dirakit : tinggi x panjang x lebar : 20 x 50 x 50 (cm)



**Gambar 6. Alat Uji Geometris Kelurusan dan Kesilindrisan**



**Gambar 7. Dial Indicator dan Spesimen Uji Geometris Kelurusan dan Kesilindrisan**



**Gambar 8. Posisi Dial Indicator dan Spesimen Uji**



**Gambar 9. Mahasiswa dengan Melakukan Uji Geometris Kelurusan dan Kesilindrisan**

### 3.2. Evaluasi

- Fungsi : alat telah dapat berfungsi
- Penyempurnaan yang diperlukan :
  - poros pemegang benda uji perlu dilengkapi dengan pengunci
  - pergerakan eretan pemegang dial indikator diberi skala dan sedapat

mungkin diberi ulur untuk menggeser eretan.

- Alat masih belum dilengkapi dengan dial indikator

- Tingkat ketelitian :

Hasil uji kesilindrisan dan kelurusan menggunakan benda uji dengan ketelitian 0,01 mm dan dial indicator ketelitian 0,01 mm memberikan hasil bahwa hasil pengukuran pada alat uji geometris dan kelurusan ini menunjukkan bahwa tingkat ketelitiannya sama. Artinya hasil pengukuran benda uji pada mesin gerinda silindris menghasilkan ketelitian yang sama dibandingkan dengan hasil pengukuran pada alat uji geometris ini. Oleh karena ini alat ini sudah laik digunakan sebagai perangkat praktikum uji geometris kesilindrisan dan kelurusan.

### 3.3. Hasil Uji Coba

Tingkat ketelitian hasil pengujian geometris terhadap spesimen/benda uji adalah sebagai berikut :

Daerah	Lingkaran									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30°	1	0	15	4	10	15	10	10	15	19
60°	2	10	1	-2	15	15	3	12	20	20
90°	10	9	11	10	10	12	2	15	26	25
120°	-4	25	20	13	6	10	1	25	9	-30
150°	-8	7	18	13	-1	3	3	28	-11	-30
180°	-8	3	14	10	-9	-9	8	5	-12	-40
210°	5	8	7	9	5	-4	3	10	-15	-35
240°	9	8	7	5	13	5	10	8	-15	-25
270°	7	8	4	-5	9	4	10	6	-6	-10
300°	-3	6	2	1	14	5	9	-5	1	-27
330°	-6	10	7	-6	7	5	8	-15	3	-25
Batas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

### 3.4. Pembahasan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dial indikator dapat mendeteksi rentang penyimpangan 0 – 30  $\mu\text{m}$ . Hal ini menunjukkan bahwa instrumen pengukuran geometris ini sudah dapat mewakili kemampuan mahasiswa untuk melakukan pengukuran dan pengujian geometris kesilindrisan dan kelurusan.

## 5. Kesimpulan

- a. Perangkat praktikum pengujian ketelitian dan karakteristik geometris kelurusan dan kesilindrisan telah berhasil dibuat.
- b. terdapat modifikasi alur ekor burung karena kesulitan pengerjaan dan mendapatkan pisau frais yang sesuai
- c. alat telah dapat berfungsi dan dapat mendeteksi rentang penyimpangan 0 – 30  $\mu\text{m}$ . Hal ini menunjukkan bahwa instrumen pengukuran geometris ini sudah dapat mewakili kemampuan mahasiswa untuk melakukan pengukuran dan pengujian geometris kesilindrisan dan kelurusan.

## Saran

- a. perlu penyempurnaan alat, khususnya pada poros pemegang benda uji
- b. perlu melengkapi alat dengan dial indikator
- c. perlu dilengkapi dengan buu petunjuk pengoperasian

- d. mengembangkan alat serupa untuk pengujian geometris lain

## 6. Daftar Pustaka

- Rochim, Taufik. 2010. Teknik Pengukuran (Metrologi Industri). Bandung: Lab Metrologi Institut Teknologi bandung
- Sato, G. Takeshi dan Hartanto, N. Sugiarto. 2010. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO Cetakan ke-11. Jakarta: Pradnya Paramita
- Taguchidkk.1989. Diunduh pada tanggal 7 mei 2016 pukul 09:05  
<http://thesis.binus.ac.id/Asli/Bab2/2007-1-00338-MTIF-Bab%202.pdf>
- Phakde, Madhav S.1989. Quality Engineering Using Robust Design Diunduh pada tanggal 7 mei 2016 pukul 08:58  
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/MATERI%20PERKULIAHAN%20%20METROLOGI%20INDUSTRI.pdf>