



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PENGUJIAN  
DIMENSIONAL UNTUK LABORATORIUM METROLOGI  
DAN INSTRUMENTASI (STUDI KASUS PENGUJIAN  
DIMENSIONAL BLOK MESIN)**

**TUGAS AKHIR**

**AFYOGA APIP ALKHAYYA  
40040218650078**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
DESEMBER 2022**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PENGUJIAN  
DIMENSIONAL UNTUK LABORATORIUM METROLOGI  
DAN INSTRUMENTASI (STUDI KASUS PENGUJIAN  
DIMENSIONAL BLOK MESIN)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

**AFYOGA APIP ALKHAYYA  
40040218650078**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
DESEMBER 2022**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang  
dirujuk telah saya nyatakan benar.**

NAMA : Afyoga Apip Alkhayya

NIM : 40040218650078

Tanda Tangan : .....

Tanggal : ..... Desember 2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEKOLAH VOKASI

Jl. Prof. Sudarto, S.H.  
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275  
Tel./Faks. (024) 7471379  
www.vokasi.undip.ac.id  
email : vokasi@live.undip.ac.id

**SURAT TUGAS PROYEK AKHIR**

109/PA/RPM/IX/2022

Dengan ini diberikan Tugas Akhir untuk mahasiswa berikut :

Nama : Afyoga Apip Alkhayya  
NIM : 40040218650078  
Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Peraga Pengujian Dimensional  
Untuk Laboratorium Metrologi dan Instrumentasi (Studi  
Kasus Pengujian Dimensional Blok Mesin)

Isi Tugas :

1. Rancang bangun *engine stand* sebagai alat peraga pengujian dimensional untuk memudahkan dalam melakukan pengukuran dimensional blok mesin.
2. Untuk mengetahui ukuran dimensional blok mesin yang mencakup kerataan, keovalan, ketirusan, dan keausan.
3. Menyusun SOP pengukuran dimensional blok mesin sebagai metodologi praktikum pengukuran dimensional pada laboratorium metrology dan instrumentasi.

Semarang, 13 September 2022

Menyetujui,  
Ketua Program Studi  
Rekayasa Perancangan Mekanik

Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.  
NIP. 197110301998021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa Program Studi Sarjana  
Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik yang disusun oleh :

Nama : Afyoga Apip Alkhayya

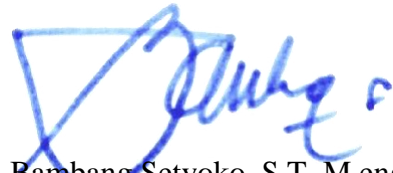
NIM 40040218650078

Judul PA : Rancang Bangun Alat Peraga Pengujian Dimensional untuk  
Laboratorium Metrologi dan Instrumentasi (Studi Kasus Pengujian  
Dimensional Blok Mesin)

Disetujui pada tanggal : 15 Desember 2022

Semarang, 15 Desember 2022

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing



Bambang Setyoko. S.T.,M.eng  
NIP.196809011998021001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Afyoga Apip Alkhayya  
NIM : 40040218650078  
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Peraga Pengujian Dimensional  
Untuk Laboratorium Metrologi dan Instrumentasi  
(Studi Kasus Pengujian Dimensional Blok Mesin)

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr) pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing I : Bambang Setyoko, S.T.,M.Eng ( )  
Pembimbing II : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes ( )  
Penguji : Dr. Seno Darmanto, S.T.,M.T ( )

Semarang, Desember 2022  
Ketua PSD IV RPM SV Undip

Dr. Seno Darmanto, S.T.,M.T  
NIP. 197110301998021001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Afyoga Apip Alkhayya  
NIM : 40040218650078  
Jurusan : D IV Rekayasa Perancangan Mekanik  
Departemen : Teknologi Industri  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Rancang Bangun Alat Peraga Pengujian Dimensional Untuk Laboratorium Metrologi dan Instrumentasi (Studi Kasus Pengujian Dimensional Blok Mesin) ”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : .... Desember 2022

Yang Menyatakan

(Afyoga Apip Alkhayya)

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“...*As a fact that's me now, I enjoy the way how I grow up...*” –Khoirunnisa HL

“Laki – Laki itu harus punya prinsip, dan prinsip saya adalah ‘Jika ada orang yang menginjak kaki saya, maka saya akan berusaha bagaimanapun caranya harus bisa menginjak kepalanya’ “ – Gilang Ramadhan YH

“ Kamu mengharapkan sebuah kesuksesan, akan tetapi kamu tidak mau menempuh jalannya? Ingatlah, bahwa sejatinya perahu tidak berlayar di daratan” – Anon

Dengan mengucapkan syukur *Alhamdulillah*, ku persembahkan karya kecilku ini untuk orang – orang yang ku sayangi :

1. Ayah dan Ibu, terimakasih untuk kesabaran, perjuangan, dan yang terpenting adalah do'a kalian yang tak pernah putus hingga mampu mengantarkan anak mu ini sampai di titik ini.
2. Teman – Teman tongkrongan, sahabat ngopi, *Konco Sambat*, “*Paijo Geng's*”. Terimakasih telah memberikan semangat ketika saya merasa *down*, memberikan masukan ketika saya bingung, memberikan arahan ketika saya merasa patah arah. Terimakasih atas segala support dan kepedulian kalian kepada saya meskipun saya menerimanya tanpa sadar dan secara tidak langsung.
3. Gilang Ramadhan YH. Terimakasih atas dukungan, semangat, dan bantuannya. Mungkin diluar sana banyak temanmu yang menganggap dirimu rendah hanya karena dirimu seorang montir. Tetapi jika saya tau siapa temanmu itu, mungkin saya akan mempertaruhkan gelar ini untuk membela mu.
4. Teman – Teman Angkatan 2018 dan adik tingkat Prodi RPM kelas kerja sama demak maupun kelas reguler. Meskipun di akhir masa studi tidak selengkap seperti



masa awal KBM semester 1, namun support kalian tetap terasa hingga mampu menguatkan saya sampai di titik ini.

5. Pembimbing Tugas Akhir saya, Bapak Bambang Setyoko, S.T.,M.Eng. dan Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes. yang tidak pernah lelah dalam memberikan arahan kepada saya hingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Maafkan saya karena mungkin kemampuan saya dalam menerima arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak sesuai ekspektasi kalian.
6. Pihak-pihak yang tidak mungkin saya sebutkan di sini karena kurangnya *space*, tetapi tidak mengurangi rasa terima kasih saya kepada kalian atas segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt. Atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Peraga Pengukuran Dimensional Silinder Motor Bakar (Studi Kasus pada Pengukuran Keovalan dan Ketirusan *Cylinder Liner*)”.

Tugas Akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang Sarjana Terapan. Selain itu, pembuatan Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan, serta mengembangkan disiplin ilmu yang berhubungan dengan mata kuliah Metrologi dan Instrumentasi yang diperoleh selama masa perkuliahan.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya penulis haturkan kepada :

1. Allah Swt. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis sanggup untuk menyelesaikan laporan ini.
2. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi S.Tr. Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro Semarang..
4. Bapak Bambang Setyoko, S.T., M.Eng dan Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi semangat serta arahan dalam kegiatan penyusunan laporan tugas akhir.

5. Bapak Didik Ariwibowo, S.T.,M.T selaku dosen wali Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Kelas Demak.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar mata kuliah Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
7. Kedua orang tua saya yang selalu memberi dukungan dan dorongan secara moral maupun materi serta do'a sehingga tugas akhir dapat diselesaikan.
8. Teman – teman mahasiswa seperjuangan angkatan 2018 baik kelas kerjasama demak maupun kelas reguler.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam bentuk apapun hingga terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah Swt. memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia serta kemudahan dalam menyelesaikan kesulitan apapun. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan sehingga alangkah baiknya untuk diberikan saran dan kritik yang bersifat membangun agar dapat lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, Desember 2022

Penulis

## **RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PENGUJIAN DIMENSIONAL UNTUK LABORATORIUM METROLOGI DAN INSTRUMENTASI (STUDI KASUS PENGUJIAN DIMENSIONAL BLOK MESIN)**

Pembuatan alat peraga pada tugas akhir ini bertujuan sebagai media pembelejaran untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep dan cara pengukuran dimensional blok mesin. Alat peraga yang dibuat memiliki konsep seperti *engine stand* yang digunakan sebagai tempat dudukan blok mesin. Proses pembuatan *engine stand* diawali dengan desain rancangan awal secara manual untuk mengetahui konsep awal *engine stand*, kemudian disempurnakan menggunakan *software Solidwork*. Setelah itu dilakukan pembuatan *engine stand* sesuai desain yang dibuat hingga proses *finishing*. Sedangkan metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah dengan cara mengukur dimensi kebengkokan permukaan kepala silinder dan diameter *cylinder liner* sesuai SOP yang tertulis pada *manual book service* mesin terkait. Hasil pengukuran menyatakan *cylinder head* dan blok silinder masih dapat digunakan karena nilai yang terjadi belum melampaui batas maksimal dari masing – masing objek pengukuran, dimana nilai kebengkokan terbesar yang terjadi pada permukaan kepala silinder adalah 0,04 mm. Sedangkan untuk nilai pada *cylinder liner* terdapat 3 objek yaitu keausan sebesar 0,09 mm, ketirusan sebesar 0,05 mm, dan keovalan sebesar 0,08 mm. Tak hanya itu, kepresisian dan keakuratan alat ukur yang digunakan memiliki tingkat kesalahan yang relatif kecil. Hal tersebut diketahui dari nilai standa eror sebesar 4,01% dan standar deviasi sebesar 4,07% sehingga dapat digunakan dengan baik. Proses perhitungan pada tugas akhir ini memberikan kesimpulan bahwa alat ukur yang digunakan pada tugas akhir ini dapat digunakan dengan baik serta blok mesin masih dapat digunakan.

Kata Kunci : Blok mesin, blok silinder, *cylinder bore gauge*, dimensional, metrologi dan instrumentasi

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF DIMENSIONAL TESTING  
PROPS FOR METROLOGY AND INSTRUMENTATION  
LABORATORY (CASE STUDY OF MACHINE BLOCK  
DIMENSIONAL TESTING)**

*Making teaching aids in this final project is intended as a learning medium to make it easier for students to understand the concept and how to measure engine block dimensions. The teaching aids made have a concept such as an engine stand which is used as a seat for the engine block. The process of making the engine stand begins with the initial design manually to find out the initial concept of the engine stand, then refined using Solidwork software. After that, the engine stand is made according to the design made until the finishing process. While the method used in this final project is to measure the dimensions of the bend of the cylinder head surface and the diameter of the cylinder liner according to the SOP written in the related machine service manual book. The measurement results stated that the cylinder head and cylinder block can still be used because the values that occur have not exceeded the maximum limit of each measurement object, where the largest bending value that occurs on the surface of the cylinder head is 0.04 mm. As for the value of the cylinder liner, there are 3 objects, namely wear of 0.09 mm, slant of 0.05 mm, and ovality of 0.08 mm. Not only that, the precision and accuracy of the measuring instruments used have a relatively small error rate. This is known from the standard error value of 4.01% and a standard deviation of 4.07% so that it can be used properly. The calculation process in this final project concludes that the measuring instruments used in this final project can be used properly and the engine block can still be used.*

*Keywords: Engine block, cylinder block, cylinder bore gauge, dimensions, metrology and instrumentation*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAKSI .....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Sistematika Penulisan Laporan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Pengukuran, Besaran, dan Satuan .....	7
2.1.1. Alat Ukur.....	8
2.2. Dimensional.....	12
2.2.1. Metrologi.....	12
2.2.2. Instrumentasi .....	13
2.3. Silinder Motor Bakar .....	14
2.4. Blok Silinder.....	14
2.4.1. Komponen Blok Silinder .....	15
2.4.2. Jenis – Jenis Blok Silinder .....	17

2.5.	Kepala Silinder ( <i>Cylinder Head</i> ).....	20
2.6.	Engine Stand.....	20
2.7.	Pengukuran Dimensional .....	21
2.7.1.	Keausan Cylinder Linner .....	21
2.7.2.	Ketirusan <i>Cylinder Linner</i> .....	23
2.7.3.	Keovalan <i>Cylinder Linner</i> .....	25
2.7.4.	Kerataan <i>Head Cylinder</i> .....	27
2.8.	Kalibrasi Alat Ukur .....	29
2.9.	Standar Error.....	29
2.10.	Standar Deviasi.....	30
BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR .....		32
3.1.	Pengumpulan Data Referensi Penelitian Terkait.....	32
3.1.1.	Observasi Lapangan .....	32
3.1.2.	Kajian Literatur .....	32
3.1.3.	Wawancara.....	33
3.1.4.	Diskusi .....	33
3.1.5.	Metode Praktek .....	33
3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	34
3.3.	Persiapan Bahan dan Peralatan Penelitian.....	35
3.3.1.	Bahan Pembuatan Alat Peraga.....	35
3.3.2.	Alat bantu pada proses pembuatan alat peraga. ....	36
3.4.	Pembuatan Alat Peraga Pengukur Dimensional Silinder .....	37
3.4.1.	Rangka Utama. ....	39
3.4.2.	<i>Bracket</i> .....	40
3.4.3.	Meja Datar.....	41
3.4.4.	Prosedur Penggunaan Alat Peraga Pengukur Dimensional Blok Mesin.....	42
3.5.	Penggunaan Alat Ukur .....	43
3.5.1.	Kalibrasi Alat Ukur. ....	44
3.5.2.	Standar Error dan Standar Deviasi.....	48
3.6.	Prosedur Pengukuran Blok Mesin.....	50
3.6.1.	<i>Cylinder Liner</i> .....	51
3.6.2.	Kepala Silinder ( <i>Cylinder Head</i> ) .....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		56
4.1.	Hasil Pembuatan <i>Engine Stand</i> . ....	56

4.2.	Hasil Pengukuran Blok Silinder .....	56
4.2.1.	Keausan pada <i>Cylinder Liner</i> .....	58
4.2.2.	Ketirusan pada <i>Cylinder Liner</i> .....	63
4.2.3.	Keovalan pada <i>Cylinder Liner</i> .....	68
4.3.	Hasil Pengukuran Kepala Silinder .....	75
4.3.1.	Kerataan permukaan kepala silinder .....	76
4.4.	Standar Error Alat Ukur .....	77
4.5.	Standar Deviasi Alat Ukur.....	79
BAB V PENUTUP.....		82
5.1.	Kesimpulan.....	82
5.2.	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA .....		84
LAMPIRAN.....		86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Feeler gauge .....	9
Gambar 2.2. Aluminium straight edge .....	10
Gambar 2.3. Jangka sorong .....	10
Gambar 2.4. Cylinder bore gauge .....	11
Gambar 2.5. Mikrometer .....	12
Gambar 2.6. Blok silinder pada mobil .....	15
Gambar 2.7. Cylinder liner .....	16
Gambar 2.8. Gasket blok silinder .....	17
Gambar 2.9. In-Line 6 cylinder .....	18
Gambar 2.10. V – Cylinder .....	19
Gambar 2.11. Boxer cylinder .....	19
Gambar 2.12. Kepala silinder .....	20
Gambar 2.13. Arah pengukuran cylinder liner .....	22
Gambar 2.14. Titik pengukuran ketirusan cylinder liner .....	24
Gambar 2.15. Keovalan pada <i>cylinder liner</i> .....	26
Gambar 2.16. Sisi pengukuran keovalan cylinder liner .....	27
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian .....	34
Gambar 3.2. Alat peraga pengujian dimensional .....	38
Gambar 3.3. Desain alat peraga .....	39
Gambar 3.4. Rangka utama alat peraga .....	40
Gambar 3.5. Bracket pada alat peraga .....	41
Gambar 3.6. Meja datar pada alat peraga .....	42
Gambar 3.7. Adjusting wrench .....	45
Gambar 3.9. Bagian sisi pengukuran kerataan kepala silinder. ....	54
Gambar 4.1. Engine stand sebagai alat peraga pengukur dimensional. ....	56
Gambar 4.2. Grafik ukuran diameter cylinder liner .....	58
Gambar 4.3. Grafik keausan pada silinder .....	63
Gambar 4.4. Grafik ketirusan pada silinder .....	68
Gambar 4.5. Grafik keovalan pada silinder .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Besaran pokok satuan internasional.....	8
Tabel 3.1. Bahan pembuatan engine stand.....	35
Tabel 3.1. Bahan pembuatan engine stand (Lanjutan).....	36
Tabel 3.2. Peralatan dalam proses pembuatan alat peraga.....	36
Tabel 3.2. Peralatan dalam proses pembuatan alat peraga (Lanjutan).....	37
Tabel 3.3. Alat ukur dan penggunaannya .....	43
Tabel 4.1. Data hasil pengukuran diameter dalam <i>cylinder liner</i> .....	57
Tabel 4.2. Data pengukuran kebengkokan kepala silinder .....	76
Tabel 4.3 Data perbandingan kinerja alat ukur.....	78
Tabel 4.4. Tabel kerja perhitungan standar eror.. .....	78
Tabel 4.5. Tabel kerja perhitungan standar deviasi.....	80

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Penggunaan Pertama Halaman
mm	Ketelitian alat ukur	29
TMA	Titik Mati Atas Piston	40
TMB	Titik Mati Bawah Piston	40
$D_x$	Nilai diameter terbesar pada sumbu X	42
$D_{x \text{ Std}}$	Nilai diameter standar pada sumbu X	42
$D_y$	Nilai diameter terbesar pada sumbu Y	42
$D_{y \text{ Std}}$	Nilai diameter standar pada sumbu Y	42
$X_a$	Sumbu X pada bagian atas silinder	44
$X_c$	Sumbu X pada bagian bawah silinder	44
$Y_a$	Sumbu Y pada bagian atas silinder	44
$Y_c$	Sumbu Y pada bagian bawah silinder	44
$D_s$	Diameter Standar sesuai <i>manual book service</i>	44
$X_b$	Sumbu X pada bagian tengah silinder	46
$Y_b$	Sumbu Y pada bagian tengah silinder	46
X	Sisi pengukuran pada permukaan kepala silinder	48
$N_{\text{Std}}$	Standar kebengkokan permukaan kepala silinder	48

cm

Satuan pada ukuran  
dimensi alat peraga

56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain awal alat peraga secara manual.....	86
Lampiran 2. Desain alat peraga pada <i>Solidwork</i> . ....	87
Lampiran 3. Dimensi alat peraga.....	88