

**RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN PENGUJIAN
BALANCING PADA ROTOR**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Juniko	NIRM : 001 1516
Rachmat Effendi	NIRM : 001 1521
Ika Febriyanti Safitri	NIRM : 002 1541

**POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBELAJARAN PENGUJIAN BALANCING
PADA ROTOR**

Oleh:

Juniko

NIRM : 001 1516

Rachmat Effendi

NIRM : 001 1521

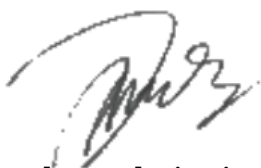
Ika Febriyanti Safitri

NIRM : 002 1541

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



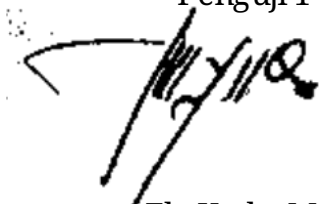
Muhamad Riva'i, M.T

Pembimbing 2



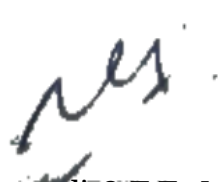
Nanda Pranandita, M.T

Penguji 1



Eko Yudo, M.T

Penguji 2



Harwadi, S.T.T., M.Ed

Penguji 3



Herwandi, M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1	: J uniko	NIRM : 001 1516
Nama Mahasiswa 2	: Rachmat Effendi	NIRM : 001 1521
Nama Mahasiswa 3	: Ika Febriyanti Safitri	NIRM : 002 1541

Dengan Judul : Media Pembelajaran Pengujian *Balancing* pada *Rotor*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 25 Maret 2018

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. J uniko
2. Rachmat Effendi
3. Ika Febriyanti Safitri

ABSTRAK

Penulisan makalah ini bertujuan untuk memaparkan alat bantu peraga pengujian *balancing* pada *rotor* untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap mata kuliah perawatan prediktif khususnya materi *balancing* pada rotor. Adapun yang menjadi latar belakang penulisan ini karena kurangnya ketersediaan alat bantu pengajaran pada mata kuliah perawatan prediktif. Meskipun mendapatkan materi secara teoritis belum tentu mahasiswa memahami materi *balancing* pada rotor. Alat peraga pengujian *balancing* pada rotor adalah sebuah alat yang dirancang dengan menggunakan sistem penggerak motor listrik yang menggunakan rotor yang telah dihubungkan oleh poros, poros tersebut ditumpu oleh *bearing*. Getaran tersebut selanjutnya akan dilihat nilai *velocity* secara *overall* yang ditampilkan oleh alat ukur getaran. Dengan dibuatkannya alat bantu ini diharapkan mempermudah dosen dalam pengajaran serta bagi mahasiswa dapat lebih mudah memahami materi *balancing* pada rotor saat melakukan praktikum.

Kata kunci :alat bantu pengajaran, mata kuliah perawatan prediktif, *balancing* pada rotor

ABSTRACT

Writing this paper aims to expose the assaying tool of the balancing test on the rotor to improve students' understanding of the predictive course of care, especially material balancing on the rotor. As for the background of this writing because of the lack of availability of teaching aids in predictive care courses. Although getting theoretically not necessarily the students understand the material balancing on the rotor. The material balancing on the rotor is a device designed using an electric motor drive system that uses a rotor that has been connected by the shaft, the shaft is supported by the bearings. The vibration will then be seen the overall of the velocity value displayed by the vibration measuring device. With the creation of these tools, it is expected to make it easier for lecturers in teaching and for students to be able to more easily understand the balancing material in the rotor when practicing.

Keywords: teaching aids, predictive Maintenance courses, balancing on rotor

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah, sehingga pada akhirnya kami dapat menyelesaikan karya tulis Proyek Akhir ini dengan baik.

Proyek Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Kami mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama 3 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang kami dapatkan selama melaksanakan Program Kerja Lapangan pada pembuatan alat dan makalah Proyek Akhir ini.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya Proyek Akhir ini, sebagai berikut :

1. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril maupun materi dan semangat agar terselesaikan Proyek Akhir.
2. Bapak Muhamad Rivai, M.T selaku pembimbing 1 dan Nanda Pranandita, M. T selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga serta pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan karya tulis Proyek Akhir ini dan telah banyak pula memberi saran serta solusi yang membangun dalam penyelesaian makalah Proyek Akhir.
3. Bapak Sugeng Ariyono M.Eng, Ph.d selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Seluruh staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Proyek Akhir.
6. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Kami menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini terdapat banyak kekurangan dikarenakan kami adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karena yang benar hanya datang dari ALLAH dan yang salah datang dari kami. Oleh karena itu, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik, dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Akhir kata kami mohon maaf atas kekurangan dalam penulisan karya tulis Proyek Akhir ini dan kami dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Semoga Proyek Akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan dan wacana bagi rekan-rekan mahasiswa.

Sungailiat, 25 Maret 2018

Tim Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Getaran	4
2.2 Dasar-Dasar Perancangan	4
2.2.1 Merencanakan	4
2.2.2 Mengkonsep	5
2.2.3 Merancang	6
2.2.4 Penyelesaian	8
2.3 Elemen - Elemen Alat Bantu Pengajaran Perawatan Prediktif	8
2.3.1 Elemen Transmisi	8
2.3.2 Elemen Pendukung	12
2.3.3 Elemen Pengikat	16

2.3.4 Rangka	17
2.4 Penggerak Mesin	18
2.4.1 Motor Listrik	18
2.5 <i>Vibration Meter</i>	19
2.6 Perawatan	20
2.7 <i>Alignment</i>	21
BAB III METODE PELAKSANAAN	22
3.1 Diagram Alir	22
3.2 Tahapan Proses Alat Bantu Pengujian Rotor	23
3.2.1 Pengumpulan Data	23
3.2.2 Pembuatan Konsep dan Perancangan Alat	24
3.2.3 Poses Pemesinan	24
3.2.4 Perakitan	24
3.2.5 Kesesuaian Mesin	25
3.2.6 Kesimpulan	25
BAB IV PEMBAHASAN	26
4.1 Pengumpulan Data	26
4.1.1 Definisi	26
4.1.2 Diagram Hirarki Fungsi	27
4.1.3 Deskripsi Hirarki Fungsi	27
4.2 Perancangan	27
4.2.1 Daftar Tuntutan	28
4.2.2 Alternatif Fungsi Bagian	29
4.2.2.1 Alternatif Sistem Penggerak	30
4.2.2.2 Alternatif Sistem Transmisi	31
4.2.2.3 Alternatif Sistem Rumah <i>Bearing</i>	32
4.2.3 Varian Konsep Mesin Alat Bantu Pengujian Rotor	33
4.2.3.1 Varian Konsep Mesin 1	34
4.2.3.2 Varian Konsep Mesin 2	34
4.2.3.3 Varian Konsep Mesin 3	35

4.2.4	Pemilihan Alternatif	36
4.2.5	Penilaian Alternatif Varian Konsep	36
4.2.6	Keputusan	37
4.3	Analisis Perhitungan	37
4.3.1	Perhitungan Poros	37
4.4	Proses Pemesinan	42
4.5	Perakitan / <i>Assembly</i>	43
4.6	Uji Coba	43
4.6.1	Hasil Pengukuran Kedataran Meja Mesin	44
4.7	Perawatan	48
BAB V PENUTUP		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Analisa <i>Black Box</i>	26
4.2 Deskripsi Hirarki Fungsi	28
4.3 Daftar Tuntutan Mesin	29
4.4 Alternatif Sumber Penggerak	30
4.5 Alternatif Sistem Alternatif Sistem Transmisi	31
4.6 Alternatif Sistem Rumah <i>Bearing</i>	32
4.7 Kombinasi Penilaian Varian Konsep	33
4.8 Kriteria Penilaian Varian Konsep	36
4.9 Penilaian Aspek Teknik Varian Konsep	36
4.10 Penilaian Aspek Ekonomis Varian Konsep	37
4.11 Nilai Kedataran Horizontal	46
4.12 Hasil Uji Coba	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Alat Peraga Identifikasi Getaran pada Bearing Seri 6003 02 RSH	1
1.1 <i>Bearing</i> Seri 6003 02 RSH	2
2.1 Poros Garis Sejajar	8
2.2 <i>Bearing</i> dan Rumah <i>Bearing</i>	13
2.3 Pelumasan Bantalan Luncur	14
2.4 Komponen Bantalan Gelinding	15
2.5 Macam-Macam Mur dan Baut	16
2.6 Besi <i>Hollow</i>	18
2.7 Motor Listrik	19
2.8 Vibrometer	19
3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan	22
4.1 Diagram Hirarki Fungsi Bagian	27
4.2 Diagram Alir Tahapan Perancangan	29
4.3 Varian Konsep Mesin 1	34
4.4 Varian Konsep Mesin 2	35
4.5 Varian Konsep Mesin 3	36
4.6 Media Pembelajaran Pengujian <i>Balancing</i> pada Rotor	37
4.7 Rotor	38
4.8 Diagram Benda Bebas Poros	39
4.9 Diagram Moment dan Gaya pada Poros	40
4.10 Media Pembelajaran Pengujian <i>Balancing</i> pada Rotor	43
4.11 Baut Penyetel Kedataran Meja	44
4.12 Posisi <i>Rule Water Level Meter</i>	44
4.13 Proses Penyetelan Kedataran Landasan Meja Mesin	45
4.14 Hasil Ukur Kedataran Landasan Meja Mesin	46
4.15 Hasil Verifikasi Kedataran Landasan Meja Mesin	46
4.16 ISO-10816 <i>Vibration Severity Chart</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 Tabel Ukuran Rangka
- Lampiran 3 Grafik Hasil Uji Coba 1 dan 2
- Lampiran 4 Referensi Perhitungan
- Lampiran 5 SOP dan Sistem Perawatan
- Lampiran 6 Gambar Kerja
- Lampiran 7 Foto Alat / Mesin

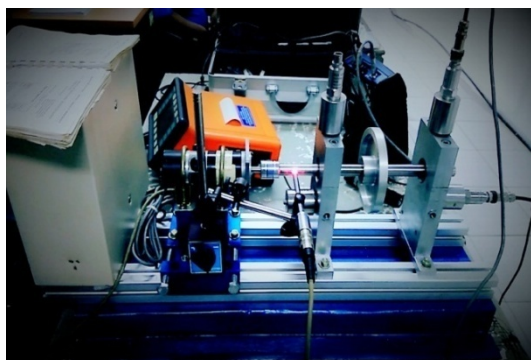
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Ilmu Pengetahuan (IPTEK) di perguruan tinggi sangat berperan dalam menunjang aktivitas kehidupan di sekitarnya. Kemajuan Ilmu Pengetahuan (IPTEK) menuntut manusia untuk melakukan perkembangan dalam banyak hal sehingga manusia dituntut untuk dapat menciptakan sesuatu yang dulunya tidak ada menjadi ada atau suatu inovasi baru dan pengembangan dari yang sudah ada menjadi lebih baik serta efisien (Daryanto, 2003)

Polman Negeri Bangka Belitung merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang terus meningkatkan inovasi dan kreasi dalam mutu pengajaran. Fasilitas yang ada disediakan pun beragam. Salah satunya adalah ketersediaan mesin otomatis, mesin semi otomatis, mesin manual serta peralatan penunjang seperti gerinda tangan, *feeler gauge*, *vibration meter* dan sebagainya. Perawatan prediktif merupakan salah satu mata kuliah di jurusan Teknik Mesin. Khususnya, Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin. Perawatan prediktif mempelajari sistem getaran pada mesin. Berdasarkan diskusi yang dilakukan terhadap dosen pengampu jika pada tahun 2017 telah dibuat alat peraga identifikasi getaran pada *bearing* seri 6003 02 RSH. Alat peraga identifikasi getaran pada *bearing* seri 6003 02 RSH ditunjukkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Alat Peraga Identifikasi Getaran pada *Bearing* Seri 6003 02 RSH

Alat tersebut hanya dapat menguji *bearing* seri 6003 02 RSH saja, tidak dapat digunakan pada jenis *bearing* yang berbeda. Alat ini juga mempunyai kekurangan yaitu piringan/*disk* belum *balance* sehingga hasil data uji coba yang dihasilkan belum akurat. Gambar *bearing* seri 6003 02 RSH ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 *Bearing* Seri 6003 02 RSH

Selain itu juga kurangnya alat bantu uji yang tersedia untuk proses pembelajaran maka dibutuhkan alat bantu uji yang lain. Alat bantu uji yang dimaksudkan adalah alat bantu uji *balancing* pada *rotor* berdasarkan getaran.

Berdasarkan permasalahan yang ada maka kami sebagai mahasiswa tingkat akhir ingin membuat alat pengujian *balancing* pada *rotor* berdasarkan getaran. Dimana alat ini diharapkan mampu digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan antara *rotor* yang putaran seimbang (*balance*) dengan ketidakseimbangan (*unbalance*) berdasarkan getaran. Alat ini juga dapat menjadi solusi untuk mempermudah pemahaman mahasiswa, yang sebelumnya hanya mendapatkan pembelajaran secara teoritis karena keterbatasan alat bantu ajar serta menambah alat bantu pembelajaran di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana merancang dan membuat alat bantu praktikum perawatan prediktif untuk mengidentifikasi perbedaan antara *rotor* yang putaran seimbang (*balance*) dengan ketidakseimbangan (*unbalance*) berdasarkan getaran?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembuatan alat bantu praktikum perawatan prediktif adalah sebagai berikut :

1. Membuat alat bantu uji yang dapat mengukur kondisi *balance* atau *unbalance* pada *rotor* berdasarkan getaran.
- 2 Tidak membahas biaya produksi dan proses permesinan.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir ini adalah merancang dan membuat alat bantu praktikum pada mata kuliah perawatan prediktif untuk mengidentifikasi perbedaan antara *rotor* yang putaran seimbang (*balance*) dengan ketidakseimbangan (*unbalance*).

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung dalam menyelesaikan proyek akhir, antara lain sebagai berikut :

2.1 Getaran / Vibrasi

Getaran adalah gerakan bolak-balik benda yang terjadi disekitar titik kesetimbangan. Kuat atau lemah nya getaran yang terjadi dipengaruhi oleh besar kecilnya energi yang menyebabkan getaran tersebut (Anonim, 2017).

Ada dua kelompok getaran yang umum yaitu :

1. Getaran Bebas

Getaran bebas adalah getaran yang terjadi karena sistem mekanis oleh gaya awal yang bekerja pada sistem tersebut, kemudian dibiarkan bergetar secara besar hingga akhirnya berhenti (Anonim, 2017).

2. Getaran Paksa

Getaran paksa adalah getaran yang terjadi karena adanya gaya luar yang bekerja pada suatu sistem secara paksa sehingga sistem tersebut bergetar (Anonim, 2017).

2.2 Dasar – Dasar Perancangan

Berdasarkan modul Polman Negeri Bangka Belitung tentang “Metode Perancangan Mekanik” telah diuraikan bahwa untuk mengoptimalkan hasil rancangan, maka harus melalui beberapa tahapan perancangan sebagai berikut:

2.2.1 Merencanakan

Merencana merupakan tahap awal dalam kegiatan perancangan. Pada fase ini terdapat pemilihan pekerjaan yang terdiri dari studi kelayakan, analisa pasar, hasil penelitian , konsultasi pemesanan, pengembangan awal, hak paten, dan kelayakan lingkungan.

2.2.2 Mengkonsep

Definisi mengkonsep adalah tahapan perancangan yang menguraikan masalah mengenai produk, tuntutan yang ingin di capai dari produk, pembagian fungsi / sub sistem, pemilihan alternatif fungsi dan kombinasi alternatif sehingga didapat keputusan akhir. Hasil yang di peroleh dari tahapan ini berupa konsep atau sketsa (Suga & Sularso, 2002). Tahapan mengkonsep adalah sebagai berikut :

a. Definisi Tugas

Dalam tahapan ini diuraikan masalah yang berkenaan dengan produk yang akan di buat. Misalnya di mana produk itu akan di gunakan, siapa penggunanya dan berapa jumlah operatornya.

b. Daftar Tuntutan

Dalam tahapan ini diuraikan daftar tuntutan yang akan dicapai untuk membuat suatu produk yang akan dibuat. Uraian tersebut misalnya :

✓ Tuntutan Primer

Tuntutan primer adalah segala sesuatu yang harus terpenuhi oleh alat yang dibuat, misalnya ukuran dan sebagainya.

✓ Tuntutan Sekunder

Tuntutan sekunder adalah tuntutan dalam pekerjaan yang dapat digunakan sebagai titik tolak awal dari penentuan dimensi ukuran dan sebagainya.

✓ Tuntutan sekunder

Tuntutan sekunder adalah tuntutan yang tidak harus terpenuhi tetapi perlu diperhatikan. Tuntutan ini juga bisa terpenuhi jika tuntutan primer dan sekunder terpenuhi.

c. Diagram yang menggambarkan proses yang ada pada rancangan, di mulai dari input sampai output. Diagram proses biasanya dimunculkan dalam analisa *black box*.

d. Analisa Fungsi Bagian

Tahapan ini menguraikan sistem utama menjadi sub sistem setiap bagian. Didalam merancang sebuah alat terlebih dahulu diketahui sistem utama yang digunakan pada produk tersebut. Ada beberapa sistem *block* yang terdapat pada alat yang

direncanakan, diantaranya:

- ✓ Sistem rangka
- ✓ Sistem transmisi
- ✓ Sistem penggerak

e. Alternatif Fungsi Bagian

Tahapan ini menguraikan sistem utama menjadi sub sistem setiap bagian berdasarkan fungsinya masing-masing. Setelah sistem dipisahkan menjadi sub sistem, maka selanjutnya sub sistem tersebut dibuatkan alternatif-alternatif. Lalu akan dijelaskan alternatif-alternatif dari fungsi bagian tersebut, kemudian dipilih berdasarkan aspek yang ingin dicapai hasil dari pemilihan alternatif tersebut (Suga & Sularso, 2002).

f. Variasi Konsep

Penggabungan dari konsep yang variatif akan menambah keunggulan suatu konstruksi.

g. Keputusan Akhir

Dalam tahapan ini berisi alternatif yang telah dipilih dan akan digunakan pada sistem yang akan dibuat.

2.2.3 Merancang

Metode perancangan adalah suatu metode untuk menciptakan rancangan dengan berbagai alternatif dan variasi untuk menghasilkan sesuatu secara optimal, baik dalam bentuk, fungsi, maupun proses pembuatannya sesuai dengan tuntutan masyarakat.

A. Faktor –faktor yang harus diperhatikan dalam tahap merancang adalah sebagai berikut :

1. Standarisasi

Dalam merancang suatu produk sebaiknya menggunakan elemen-elemen standar. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses pengerjaan alat.

2. Elemen mesin

Dalam merancang suatu produk sebaiknya menggunakan elemen-elemen yang umum digunakan, seragam baik jenis maupun ukuran.

3. Bahan

Sebaiknya dalam pemilihan bahan untuk merancang disesuaikan dengan fungsi, tinjau sistem yang bersesuaian dan pilih bahan yang lebih kuat.

4. Pemesinan

Akan ditentukan komponen-komponen yang harus dikerjakan dimesin. Contohnya mesin bubut, bor, *milling*, las, dll.

5. Perawatan/*Maintenance*

Perencanaan perawatan suatu mesin harus dipertimbangkan, sehingga usia pakai lebih bertahan lama dan dapat dengan diperbaiki jika terjadi kerusakan pada suatu elemen didalamnya, serta identifikasi bagian-bagian yang rawan atau memerlukan perawatan khusus.

6. Ergonomi

Merupakan ilmu yang mempelajari hubungan manusia dengan lingkungannya (anatomi tubuh manusia). Dalam merancang suatu produk harus diperhatikan jenis bahan yang akan digunakan.

7. Ekonomi

Mencakup semua hal yang telah disebutkan diatas, mulai dari standarisasi, elemen mesin, pengetahuan bahan, ergonomi, bentuk, pembuatan hingga perawatannya.

B. Fase-Fase Perancangan

Dalam setiap kegiatan perancangan terdapat fase-fase yang direncanakan untuk membatasi setiap kegiatan sehingga menjadi lebih fokus dan terarah, adapun fase-fase dalam perancangan, yaitu:

- ✓ Fase definisi proyek, perencanaan proyek, analisa masalah, dan penyusunan spesifikasi teknis proyek.
- ✓ Fase perancangan konsep produk.
- ✓ Fase perancangan produk.

- ✓ Fase penyusunan dokumen berupa gambar produk hasil rancangan dan spesifikasi pembuatan produk.

2.2.4 Penyelesaian

- a. Membuat Gambar Susunan Sistem Rancangan.
- b. Membuat Gambar Kerja.
- c. Membuat Daftar Bagian.
- d. Membuat Petunjuk Perawatan.

2.3 Elemen – Elemen Alat Peraga Pengujian *Balancing* pada Rotor

Elemen yang di gunakan dalam konstruksi alat ini antara lain :

2.3.1 Elemen Transmisi

1. Poros

Poros merupakan elemen utama pada transmisi putar yang dapat berfungsi sebagai pembawa, pendukung putaran dan beban, dan pengatur gerak putar menjadi gerak lurus dan umumnya ditumpu oleh dua tumpuan. Gaya-gaya yang timbul dari penggerak melalui elemen-elemen transmisi seperti roda gigi, pulli dan sabuk, serta rantai dan *sprocket*. Berikut poros yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Untuk mencari gaya reaksi yang ada pada tumpuan dapat menggunakan hukum Newton III tentang kesetimbangan gaya dimana $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ dan $\sum M = 0$, sedangkan untuk menentukan diameter poros, biasanya dihitung dibagian yang menerima momen maksimum. Tegangan bengkok terbesar terjadi pada penampang yang menerima momen bengkok maksimum.



Gambar 2.1 : Poros Garis Sejajar

A. Perhitungan diameter poros adalah :

1. Momen Bengkok (M_b)

Rumus umum perhitungan momen bengkok adalah :

$$M_b = F \cdot I \quad (2.1)$$

Keterangan :

M_b = Momen Bengkok (Nm)

F = Gaya yang terjadi (N)

I = Jarak (m)

Dimana untuk mencari gaya yang terjadi digunakan rumus :

$$F = m \times g \times r \quad (2.2)$$

Keterangan :

F = Gaya yang terjadi (N)

m = massa total (Kg)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

r = jari – jari poros (m)

2. Untuk mencari momen puntir :

$$M_p = 9550 \quad (2.3)$$

Keterangan :

M_p = Momen Puntir (Nm)

C_b = Faktor pemakaian

P = Daya Motor (kW)

N = Putaran Motor (Rpm)

3. Untuk mencari gabungan antara momen bengkok dan momen puntir :

$$MR = \quad (2.4)$$

Keterangan :

MR = Momen Gabungan (Nmm)

MP = Momen Puntir (Nmm)

MB = Momen Bengkok (Nmm)

4. Untuk mencari diameter poros :

$$d = (\text{mm}) \quad (2.5)$$

Keterangan :

= Tegangan bengkok izin

d = Diameter

MR = Momen gabungan

B. Macam-Macam Poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

1. Poros transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli, sabuk atau sproket, rantai, dan lainnya.

2. Spindel

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

3. Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang, yang tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga. Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol sebagai poros

utama dari mesin torak, dan lainnya. Poros luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah, dan lain-lain.

C. Hal-Hal Penting Dalam Perencanaan Poros

1. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir, lentur, atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan diatas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti baling-baling kapal atau turbin dan lain-lain. Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas.

2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi). Karena itu, disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

3. Putaran Kritis

Bila putaran suatu mesin dinaikkan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dan lain-lain. Dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Korosi

Bahan-bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros *propeller* dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam kavitasi, dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama. Sampai batas-batas tertentu dapat dilakukan perlindungan

terhadap korosi.

5. Bahan Poros

Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa bahan yang dimaksud diantaranya adalah baja *chrome*, *nikel*, baja *chrome nikel molibdem*, dan lain-lain. Sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu diajarkan jika alasannya hanya untuk putaran tinggi dan beban berat saja. Hal ini perlu dipertimbangkan dalam penggunaan baja karbon yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan.

2.3.2 Elemen Pendukung

1. Bantalan

Bantalan merupakan elemen mesin yang menumpu poros berbeban sehingga putaran poros dapat berlangsung dengan halus, tidak berisik, aman dan berumur panjang. *Bearing* dan rumah *bearing* ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Pada suatu *bearing* terdapat kode-kode yang menunjukkan ukuran diameter dalam, tipe atau jenis *bearing*, seri *bearing* dan jenis bahan penutup *bearing*. Untuk lebih memahami dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

Contoh :

Kode bantalan 6004 ZZ

6 = kode pertama melambangkan tipe / jenis *bearing*

0 = kode kedua melambangkan seri *bearing*

04 = kode ketiga dan keempat melambangkan diameter *bore* (lubang dalam *bearing*)

Zz = kode yang terakhir melambangkan jenis bahan penutup *bearing*

A. Perhitungan Umur *Bearing* adalah :

- Faktor kecepatan

(2.6)

Keterangan :

= Faktor Kecepatan

= Rpm

- Faktor umur bantalan

(2.7)

- Kapasitas dinamis

(2.8)

Keterangan :

C = Kapasitas Dinamis (Kg)

Fh = Faktor Umur Bantalan

FA = Gaya *Bearing* (N)

Fn = Faktor Kecepatan

- Umur *Bearing*

(2.9)

Keterangan :

Lwh = Faktor umur *bearing*

n = Putaran mesin

C = Kapasitas nominal dinamis spesifik

P = Gaya poros

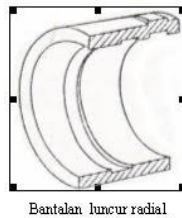


Gambar 2.2 *Bearing* dan Rumah *Bearing*

Berdasarkan beban yang diterima, bantalan dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Bantalan Luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan luncur mampu menumpu poros putaran tinggi dengan beban yang besar. Bantalan ini memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dibuat juga dipasang dengan mudah. Bantalan luncur memerlukan awalan yang besar karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan. Pelumasan pada bantalan ini tidak begitu sederhana, gesekannya yang besar antara poros dengan bantalan menimbulkan efek panas sehingga memerlukan suatu pendingin khusus seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 bantalan luncur

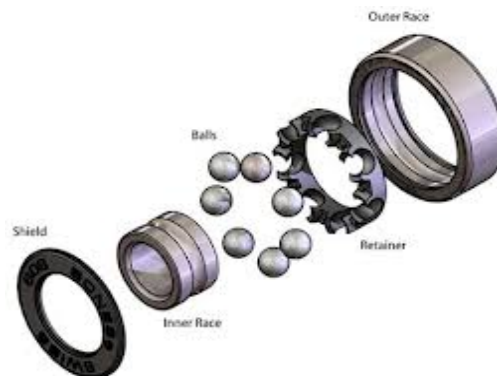
2. Bantalan Gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol jarum dan rol bulat. Bantalan gelinding pada umumnya cocok untuk beban kecil dari pada bantalan luncur, tergantung pada elemen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Bantalan gelinding hanya dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja karena konstruksinya yang sulit dan ketelitiannya yang tinggi. Harganya pun pada umumnya relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan bantalan luncur.

Bantalan gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk, hal ini dilakukan agar biaya produksi menjadi lebih efektif serta memudahkan dalam pemakaian bantalan tersebut. Keunggulan dari bantalan tersebut yaitu, gesekan yang terjadi pada saat berputar sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, yaitu cukup dengan gemuk, bahkan pada jenis bantalan gelinding yang memakai *seal* sendiri tidak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen

gelinding dan sangkar, pada putaran yang tinggi bantalan ini agak gaduh jika dibandingkan dengan bantalan luncur. Komponen bantalan gelinding ditunjukkan pada Gambar 2.4.

Bantalan akan terjadi gesekan antara bagian yang berputar dengan yang diam, beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan bantalan diantaranya tahan karat, tahan gesekan, tahan aus, dan tahan panas.



Gambar 2.4 Komponen bantalan gelinding

Umur bantalan adalah periode putaran dari bantalan yang masih dalam kondisi baik serta dapat digunakan tanpa adanya penurunan kondisi bantalan.

Umur bantalan dipengaruhi oleh :

1. Keausan (*wear life*)

Usia bantalan sebelum mengalami keausan yaitu jangka waktu selama bantalan masih berfungsi dengan baik dan sesuai dengan fungsi dan penggunaannya.

2. Kelelahan (*fatigue*)

Sebab utama kelelahan pada bantalan gelinding adalah karena adanya tegangan dalam yang sangat besar yang terjadi pada bagian bantalan yang menggelinding sehingga berakibat merusak bagian luncur baik luar maupun dalam. Dalam pemilihan bantalan gelinding ada beberapa perhitungan yang harus diperhatikan dalam menentukan jenis bantalan gelinding yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

- Beban yang diterima
- Putaran (Rpm)
- Jenis bantalan

- Dimensi bantalan

3. Getaran pada *bearing*

Mekanisme terjadinya getaran akibat adanya cacat pada bantalan adalah impuls pada saat elemen rotasi mengalami tumbukan dengan cacat lokal. Untuk putaran poros yang tetap maka tumbukan akan terjadi secara periodik. Harga frekuensi impuls (f_i) yang digunakan bergantung dari letak cacat lokal pada bantalan.

2.3.3 Elemen Pengikat

Dalam suatu sistem pemesinan/rancang bangun, tentu akan membutuhkan suatu alat yang dapat mengikat atau menghubungkan antara satu bagian dengan bagian yang lainnya. Elemen pengikat dapat ditunjukkan pada Gambar 2.5.

1. Mur dan Baut

Mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin. Jenis mur dan baut beraneka macam, sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya sebagainya usaha untuk menjaga kecelakaan dan kerusakan pada mesin.

Pemakaian mur dan baut pada konstruksi mesin umumnya digunakan untuk beberapa komponen antara lain :

- a. Pengikat pada bantalan
- b. Pengikat pada dudukan motor listrik
- c. Pengikat pada puli

Contoh gambar mur dan baut seperti yang ditunjukkan Gambar 2.5



Gambar 2.5 Macam-macam Mur dan Baut

1. Pengelasan

Berdasarkan definisi dari *Deutche Industries Normen (DIN)*, las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan *lumer* (tidak sampai mencair). Definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam yang menggunakan energi panas. Las juga dapat diartikan penyambungan dua buah logam sejenis maupun tidak sejenis dengan cara memanaskan (mencairkan) logam tersebut dibawah atau diatas titik leburnya, disertai dengan atau tanpa tekanan dan disertai logam pengisi. Berdasarkan cara kerjanya, pengelasan diklasifikasikan menjadi tiga kelas utama yaitu : pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian.

- a. Pengelasan cair adalah metode pengelasan dimana bagian yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau pun dari busur gas.
- b. Pengelasan tekan adalah metode pengelasan dimana bagian yang akan disambung dipanaskan sampai *lumer* (tidak sampai mencair), kemudian ditekan hingga menjadi satu tanpa bahan tambahan.
- c. Pematrian adalah cara pengelasan dimana bagian yang akan disambung diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair yang rendah. Metode pengelasan ini mengakibatkan logam induk tidak ikut mencair.

Kekuatan las dipengaruhi oleh beberapa faktor, oleh karena itu penyambungan dalam proses pengelasan harus memenuhi beberapa syarat antara lain:

- a. Benda yang dilas tersebut harus dapat cair atau lebur oleh panas.
- b. Antara benda-benda padat yang disambungkan tersebut terdapat kesamaan sifat lasnya, sehingga tidak melemahkan atau meninggalkan sambungan tersebut.

- c. Cara-cara penyambungan harus sesuai dengan sifat benda padat dan tujuan dari penyambungannya.

2.3.4 Rangka

Material rangka menggunakan besi hollow 40 mm x 40 mm x 2 mm dan pelat aluminium dengan ketebalan 3 mm sebagai alas meja. Tabel ukuran besi *hollow* dapat dilihat di Lampiran 2. Besi *hollow* ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Besi *Hollow*

2.4 Penggerak Mesin

Adapun macam-macam penggerak mesin adalah sebagai berikut :

2.4.1 Motor listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau *dynamo*.

Tipe atau jenis motor listrik sekarang sangat beragam, namun dari sekian banyak tipe yang ada di pasaran.

Sejatinya motor listrik hanya memiliki 2 komponen utama, yaitu *stator* dan *rotor*. *Stator* adalah bagian motor listrik yang diam dan *rotor* adalah bagian motor listrik yang bergerak (berputar).

Sedangkan berdasarkan sumber tegangan, motor listrik di bagi menjadi 2 lagi, yaitu motor listrik AC (*Alternating Current*) dan motor listrik DC (*Direct Current*).

- a. Motor listrik AC

Motor listrik AC adalah sebuah motor yang mengubah arus listrik menjadi energi gerak maupun mekanik dari pada *rotor* yang ada didalamnya. Motor listrik AC tidak terpengaruh kurub positif maupun negatif, dan bersumber tenaga.

b. Motor listrik DC (*Direct Current*)

Motor DC adalah motor yang penggeraknya berdasarkan sumber tegangan DC (*Direct Current*) seperti *battery* dan *accu*. Namun secara prinsip masih sama dengan motor AC. gambar motor listrik yang ditunjukkan pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Motor Listrik

Prinsip kerja motor listrik adalah :

Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan merubah listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa, kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak menolak dan kutub – kutub tidak senama akan tarik menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

2.5 *Vibration Meter (Vibrometer)*

Vibrometer ialah alat untuk mengamati atau mengukur getaran yang dialami unit ketika beroperasi. Setiap mesin yang bergerak atau berputar akan senantiasa menghasilkan getaran (*vibration*). Vibrometer berguna dalam *monitoring* getaran mesin, mengukur tingkat kecepatan dan perputaran (RPM) perpindahan (nilai puncak ke puncak) dengan akurasi yang tinggi tanpa perlu lagi salah ukur karena menebak-nebak. Vibrometer mempermudah proses pengolahan data. Jenis vibrometer yang akan digunakan adalah *Vibroport 80*. Berikut adalah

gambar berbagai macam *Vibroport 80* yang ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.8 Vibroport 80

2.6 Perawatan

Perawatan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan (H. Farrer dkk, 2001). Perawatan merupakan kegiatan yang berkaitan dengan tindakan-tindakan sebagai berikut

Pemeriksaan (*Inspection*), yaitu tindakan pemeriksaan terhadap mesin atau sistem untuk mengetahui kondisi, apakah mesin atau sistem tersebut dalam kondisi yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan atau tidak.

1. Perawatan (*Service*), yaitu tindakan untuk menjaga kondisi suatu sistem agar tetap baik. Biasanya telah terdapat diatur pada *Manual Book* sistem tersebut.
2. Penggantian komponen (*Replacement*), yaitu melakukan penggantian komponen yang rusak dan tidak dapat dipergunakan lagi. Penggantian ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan terlebih dahulu.
3. *Repair* dan *Overhaul*, yaitu kegiatan melakukan perbaikan secara cermat serta melakukan suatu *set-up* sistem. Tindakan *repair* merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan setelah sistem mencapai kondisi gagal beroperasi (*Failed Stated*), sedangkan *Overhaul* dilakukan sebelum *Failed Stated* terjadi.

Secara umum kegiatan perawatan dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan perbaikan (*corrective maintenance*).

1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) merupakan pencegahan sistematis, penjadwalan berkala dengan interval tetap, dan melaksanakan pembersihan, pelumasan, serta perbaikan mesin atau sistem dengan baik dan tepat waktu. Kegiatan ini dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan sistem mengalami kerusakan pada saat digunakan dalam proses produksi (H. Farrer dkk, 2001). Dalam pelaksanaannya kegiatan perawatan pencegahan dapat dibedakan atas 2 macam yaitu:

- Perawatan rutin (*Routine Maintenance*), kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin/setiap hari.
- Perawatan berkala (*Periodic Maintenance*), kegiatan perawatan yang dilakukan secara berkala dan dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, hingga satu tahun sekali. Perawatan ini dapat dilakukan berdasarkan lamanya jam kerja mesin.

2. Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Perawatan perbaikan (*Corrective Maintenance*) merupakan kegiatan yang dilakukan setelah komponen benar-benar telah mengalami kerusakan sehingga tidak dapat beroperasi dan memproduksi (H. Farrer dkk, 2001). Kerusakan komponen ini biasanya akan ditandai dengan ditemukannya produk yang dihasilkan tidak sedikit mengalami kecacatan.

Tujuan dari perawatan adalah:

1. Menjaga serta mempertahankan kelangsungan operasional dan kinerja sistem agar produksi dapat berjalan tanpa hambatan.
2. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan.
3. Mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan pada saat mesin sedang beroperasi.
4. Memelihara peralatan-peralatan dengan benar sehingga mesin atau peralatan selalu berada pada kondisi tetap siap untuk operasi.

2.7 *Alignment*

Alignment merupakan suatu proses pemeliharaan atau perawatan pada elemen mesin pemindah putaran atau daya, agar perlengkapan yang digunakan dapat berfungsi semaksimal mungkin dan mencegah kerusakan elemen-elemen mesin lainnya pada perlengkapan mesin akibat kesalahan pada pemasangan atau pemeliharaan (Lindley R.Higgins, 2002) . *Alignment* merupakan suatu proses yang meliputi :

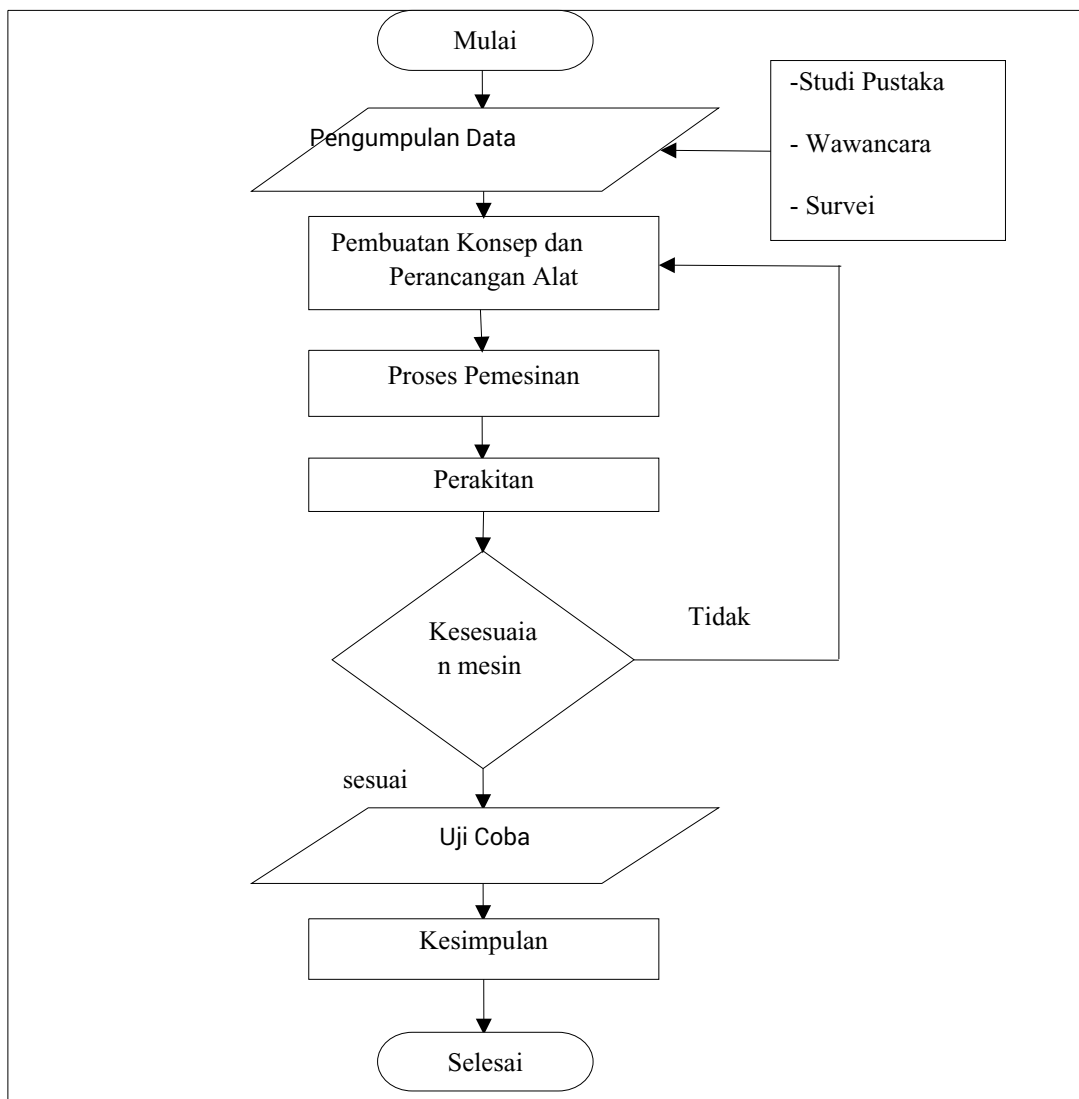
- Kesatusumbuan seperti pada kopling.
- Kesejajaran sumbu poros dan kesebarisan elemen penggerak dengan sumbu porosnya pada pulli atau poros penggerak.

BAB III METODE PELAKSANAAN

Pada bab ini akan dibahas secara detail mengenai perencanaan dan pembuatan alat, secara keseluruhan proses pembuatan dan penyelesaian Tugas Akhir

3.1. Diagram Alir (*Flow Chart*)

Proses Pembuatan Alat Bantu Pengajaran Perawatan Prediktif ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar: 3.1. *Flow chart* Metode Pelaksanaan

3.2. Tahapan Proses Pembuatan Alat Bantu Pengajaran Perawatan Prediktif

Dalam pelaksanaan Proyek Akhir, terdapat tahapan-tahapan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Adapun tahap dalam proses pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

3.2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis unsur-unsur yang ada pada alat dan yang berhubungan dengan alat untuk membantu proses pembuatan alat. Pengumpulan data dapat berupa data primer maupun data sekunder, dimana data tersebut diolah dan dianalisis sehingga diperoleh alternatif – alternatif rancangan dan konsep rancangan.

Dalam pengumpulan data untuk referensi dalam proses pembuatan alat adalah sebagai berikut :

a. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap berbagai buku, literatur, catatan serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan (Nazir, 1988). Studi pustaka yang dilakukan harus berasal dari sumber-sumber yang terpercaya baik dalam bentuk tulisan atau dalam format digital yang relevan dan berhubungan dengan objek yang akan dibuat.

b. Wawancara

Wawancara merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik (Sugiyono, 2013). Pengumpulan data dengan metode ini, Kami melakukan wawancara terhadap dosen pembimbing serta dosen pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

c. Survei

Pada penelitian ini, survei dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Polman Bangka Belitung.

3.2.2. Pembuatan Konsep dan Perancangan Alat

Pembuatan konsep yang digunakan dalam tahap pembuatan alat bantu pembelajaran ini menggunakan metode matriks morfologi yang bertujuan untuk menemukan beberapa alternatif konsep dengan sistematis dan menggunakan prosedur yang mudah diikuti. Setelah alternatif konsep diperoleh dan selanjutnya alternatif konsep akan dianalisa, dicari alternatif konsep yang dianggap terbaik untuk digunakan.

Perancangan alat dilakukan dengan menganalisis alat yang akan diperlukan dalam lingkungan mengajar dan proses pembelajaran sehingga alat tersebut dapat membantu dalam kegiatan pembelajaran. Khususnya, pada mata kuliah perawatan prediktif.

3.2.3. Proses Pemesinan

Setelah tahapan perancangan selesai, tahapan berikutnya adalah proses pemesinan didasarkan pada hasil tahapan perancangan yaitu berupa sketsa atau gambar. Selanjutnya dari gambar tersebut kita lakukan proses pemesinan. Pembuatan alat didasarkan pada pembuatan-pembuatan sistem kerja seperti sistem -sistem yang disebutkan pada tahapan perancangan.

Proses pemesinan dilakukan berdasarkan rancangan konstruksi yang telah dianalisis dan dihitung, sehingga mempunyai arah yang jelas pada saat pembuatannya, terutama dalam proses pemesinan. Proses permesinan menggunakan mesin bor, mesin bubut dan mesin frais.

3.2.4. Perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan atau penggabungan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat sesuai dengan rancangan dan sesuai dengan tahapan-tahapan proses yang telah ditentukan. Pekerjaan perakitan dimulai bila obyek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila objek telah bergabung secara sempurna. Alat tersebut tersusun dari sistem-sistem kerja yang telah dirakit sedemikian rupa sesuai dengan panduan gambar atau sketsa yang telah dibuat sesuai dengan aturan dan fungsinya. Bila tahapan ini telah selesai dilakukan.

Maka alat atau mesin tersebut sudah bisa di uji coba.

3.2.5. Kesesuaian Mesin

Pada tahap ini alat yang sudah dinyatakan selesai baru dapat di uji coba. Dalam tahap ini hal yang dilakukan adalah mengetahui bagaimana kerja mesin dengan cara mempraktikkan sistem kerja dari alat tersebut. Tahap pengujian pertama adalah uji fungsi. Pada uji fungsi, yang dilakukan adalah melakukan penyetelan pada alat uji agar kondisinya *balance*. Apabila percobaan tidak sesuai dengan yang diinginkan maka proses selanjutnya adalah perbaikan pada sistem yang mengalami gangguan tersebut sesuai diagram akhir.

3.2.6. Uji Coba

Pada tahap ini, hasil uji coba dijadikan sebagai acuan untuk mengukur berhasil atau tidaknya alat yang kita buat. Dengan begitu, kita dapat mengevaluasi terhadap kualitas mesin yang telah dibuat.

3.2.7. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan capaian akhir proses yang telah dilakukan, dimana kami menarik sebuah simpulan berdasarkan data pengujian pada alat. Kesimpulan dibuat untuk menjawab tujuan-tujuan yang dicantumkan pada Bab 1 (Satu).

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung maka diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Pada tahun 2017 telah dibuat alat bantu uji, alat bantu uji yang dimaksudkan adalah alat peraga identifikasi getaran pada *bearing* seri 6003 02 RSH. Alat ini hanya dapat digunakan pada jenis *bearing* 6003 02 RSH saja, tidak dapat digunakan pada jenis *bearing* yang berbeda.
2. Kontruksi alat peraga identifikasi getaran pada *bearing* seri 6003 02 RSH memiliki kekurangan pada bagian piringan/*disk*. Piringan/*disk* yang digunakan belum *balance* sehingga data hasil uji coba yang dihasilkan juga belum akurat.
3. Kurangnya ketersediaan alat bantu ajar yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Polman Negeri Bangka Belitung.

4.1.1 Definisi

Mesin ini dirancang untuk membantu serta mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Sadar akan pentingnya hal tersebut sebagai mahasiswa tugas akhir Polman Negeri Babel kami membuat media pembelajaran perawatan prediktif menggunakan motor listrik.

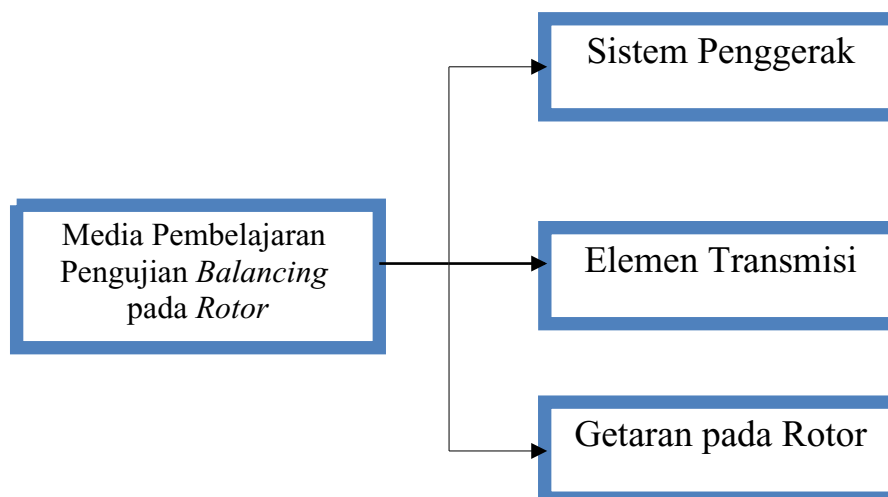
Analisis *black box* digunakan sebagai indikator dari *input*, *process* dan *output*. Analisa *black box* yang ditunjukkan pada Tabel 4.1

Input	Process	Output
Energi listrik	Pengujian <i>balancing</i> pada <i>rotor</i>	Getaran Data hasil uji coba

Tabel 4.1 Analisa *Black Box*

4.1.2 Diagram Hirarki Fungsi

Suatu penjabaran setiap bagian yang memiliki fungsi tersendiri perlu dilakukan untuk mengetahui fungsi bagian yang terdapat pada mesin yang akan dirancang, sehingga mempermudah dalam tahap penentuan alternatif yang nanti akan dipilih. Dalam pembuatan rancangan bangun alat bantu pengajaran perawatan prediktif dapat dilihat fungsi bagian alat di diagram hirarki fungsi. Analisa diagram hirarki fungsi bagian perancangan yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Hirarki Fungsi Bagian

4.1.3 Deskripsi Hirarki Fungsi

Mesin memiliki bagian dan fungsi tersendiri dan beberapa fungsi bagian yang terdapat pada mesin yang akan dirancang. Deskripsi hirarki fungsi perancangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

4.2 Perancangan

Dalam merancang alat bantu pengajaran perawatan prediktif ini dilakukan tahap-tahapan perancangan dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan rancangan alat. Adapun tahapan dalam perancangan seperti yang

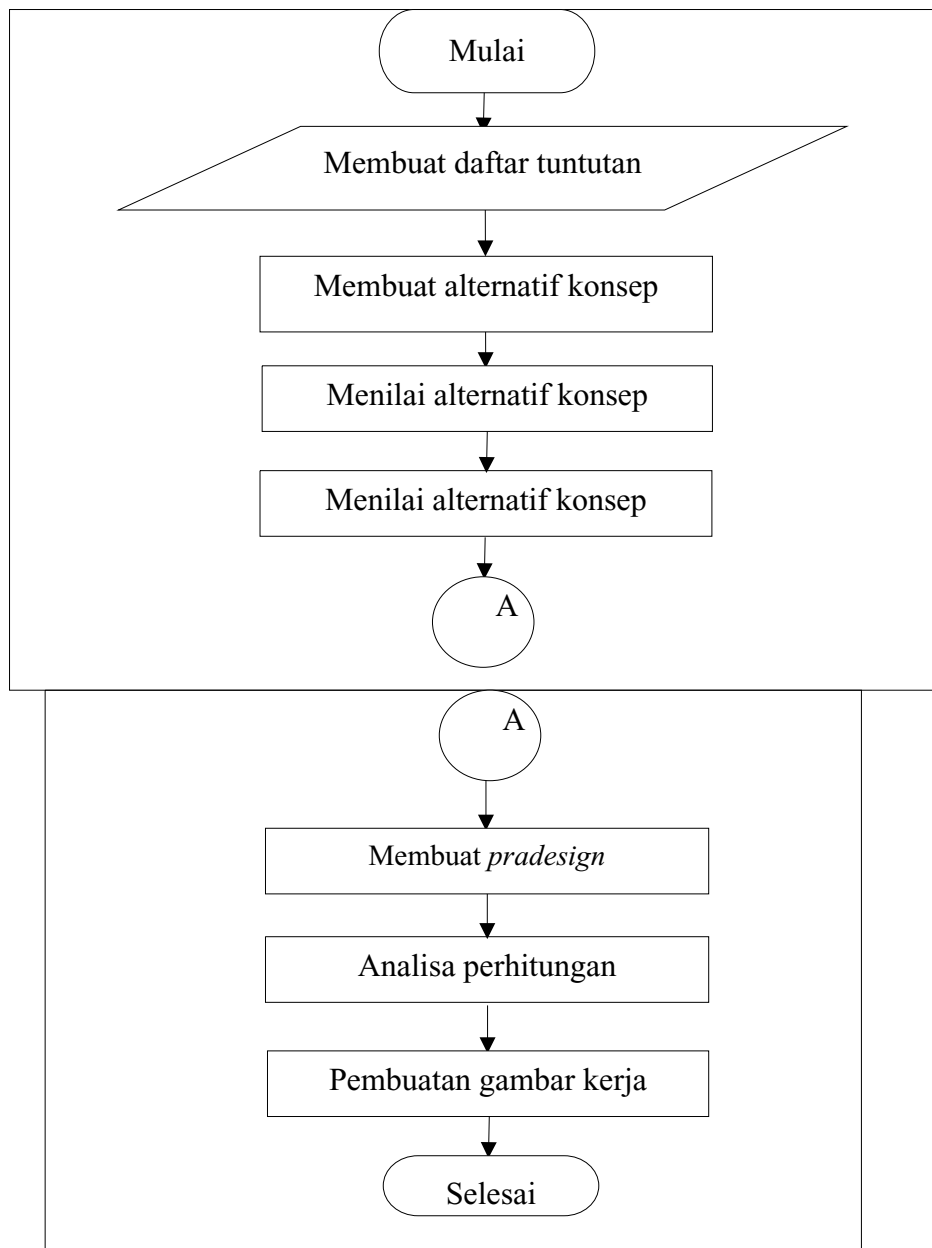
ditunjukkan pada Gambar 4.2.

4.2.1 Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan merupakan beberapa tuntutan yang diinginkan untuk diterapkan pada alat bantu pengujian *balancing* pada *rotor*. Daftar tuntutan yang dimaksud bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan alat bantu pengujian *balancing* pada *rotor*. Adapun daftar tuntutan ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Deskripsi Hirarki Fungsi

N	Nama Bagian	Fungsi
0		
1	Sumber Penggerak	Sebagai sumber tenaga menggerakkan keseluruhan sistem yang berjalan pada alat
2	Sistem Transmisi	Memindahkan gerak yang dihasilkan oleh penggerak ke komponen mesin dengan rasio tertentu
3	Getaran pada <i>rotor</i>	Data <i>velocity</i> yang terjadi pada rotor yang kemudian akan dianalisa kondisi setimbang (<i>balance</i>) dan ketidakseimbang (<i>unbalance</i>)



Gambar 4.2 Diagram Alir Tahapan Perancangan

Tabel 4.3 Daftar Tuntutan Mesin

No	Daftar Tuntutan	Deskripsi
1	Tuntutan Utama	
1.1	Indikator yang dapat dimonitor secara langsung	Adanya indikator getaran yang dapat dilihat secara langsung tanpa alat ukur getaran
1.2	Pengoperasian	Mudah dioperasikan oleh dosen dan mahasiswa dalam

1.3	Landasan meja mesin	proses pembelajaran sehingga mahasiswa pun mudah memahami materi <i>balancing</i> pada <i>rotor</i> Adanya <i>Adjuster Bolt</i> untuk mempermudah <i>setting</i> kedataran landasan meja mesin
2 Tuntutan kedua		
2.1	Konstruksi mesin tangguh	Kuat
3 Keinginan		
3.1	Perawatan mudah	Mudah tanpa memerlukan tenaga ahli khusus

4.2.2 Alternatif Fungsi Bagian

Alternatif atau pilihan terhadap fungsi yang dibuat dari pembagian fungsi sebagai bentuk lain dari fungsi yang telah ada. Tujuan dari pembuatan alternatif fungsi bagian ini adalah membantu alternatif yang baik agar didapatkan solusi terbaik yang sesuai dalam semua aspek.

4.2.2.1 Alternatif Sumber Penggerak

Berikut alternatif sumber penggerak dengan dilengkapi gambar beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif fungsi penggerak ditunjukkan pada Tabel 4.4.



4.2.2.2 Alternatif Sistem Transmisi

Alternatif fungsi sistem transmisi dengan dilengkapi gambar beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif fungsi transmisi ditunjukkan pada Tabel 4.5.

4.2.2.3 Alternatif Sistem Rumah *Bearing*



Alternatif fungsi sistem rumah *bearing* dengan dilengkapi gambar beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif fungsi ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.4 Alternatif Sumber Penggerak

No.	Alternatif	Gambar	Kelebihan	Kekurangan
A1	Motor <i>Servo</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat kebisingan dan vibrasi sangat kecil • Rpm Cepat (3000-5000 rpm <i>max</i>) • Cocok untuk beban berat 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Driver</i> sulit dibuat sendiri • Harga relatif mahal
A2	Motor <i>stepper</i>		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Driver</i> mudah untuk dibuat sendiri • Harga relatif murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat kebisingan dan vibrasi cukup signifikan • Rpm lambat (1000-2000 rpm <i>max</i>) • Tidak cocok untuk beban berat

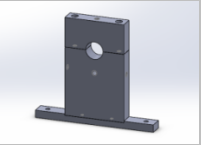
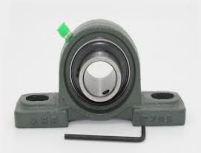
<p>A3 Motor <i>wiper</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> • Daya yang digunakan sedikit • <i>Driver</i> mudah untuk dibuat • Tidak cocok untuk beban yang berat • Tingkat kebisingan dan vibrasi cukup signifikan • Harga relatif mahal
------------------------------	---	---

Tabel 4.5 Alternatif Sistem Transmisi

No.	Alternatif	Gambar	Kelebihan	Kekurangan
B1	Kopling <i>elastomer</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk yang ringkas dan ringan • Perawatan mudah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak dapat digunakan pada beban yang besar
B2	Kopling <i>flexible Grid</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Dapat digunakan pada beban besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Diperlukan pelumasan • Bentuk yang rumit

<p>B3 Kopling <i>flexible</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> • Kontruksi ringkas dan ringan • Tidak diperlukan pelumasan • Tidak dapat digunakan pada beban besar
---------------------------------------	---	--

Tabel 4.6 Alternatif Sistem Rumah *Bearing*

No.	Alternatif	Gambar	Kelebihan	Kekurangan
C1	Rumah <i>bearing</i> dibuat sendiri.		<ul style="list-style-type: none"> • Proses bongkar pasang <i>bearing</i> akan lebih mudah • Dapat dimodifikasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya pembuatan mahal • Tidak dijual dipasaran • Memerlukan waktu lama untuk membuatnya
C2	<i>Plumer block</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Biaya lebih murah • Mudah didapatkan di pasaran • Ukuran sudah standar 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses bongkar pasang <i>bearing</i> lebih sulit • Tidak dapat dimodifikas

C3	<i>Type split</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Biaya lebih murah • Mudah didapatkan di pasaran • Ukuran sudah standar 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses bongkar pasang <i>bearing</i> lebih sulit • Tidak dapat dimodifikasi
----	-------------------	---	--	--

4.2.3 Varian Mesin Alat Bantu Penguji *Balancing* pada Rotor

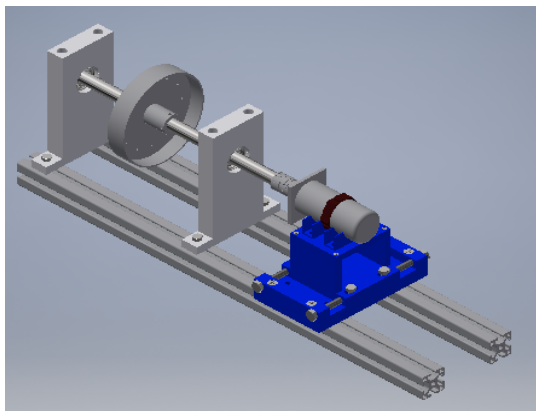
Selanjutnya adalah alternatif dari masing – masing fungsi bagian dipilih dan digabung satu sama lain dan membentuk 3 buah varian konsep mesin. Kombinasi penilaian varian konsep ditunjukkan oleh Tabel 4.7. Hal ini dimaksudkan agar dalam proses pemilihan terdapat pembandingan dan diharapkan dapat dipilih varian konsep yang dapat memenuhi tuntutan yang diinginkan. Dibawah ini adalah 3 varian konsep mesin yang telah dirancang, untuk membantu mencari jalan keluar untuk memperoleh hasil yang lebih baik dan solusi yang cocok dalam semua aspek. Ketiga varian konsep tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4.3 sampai dengan Gambar 4.5

NO	Fungsi Bagian	Varian Konsep		
		VK1	VK2	VK3
1	Sistem Penggerak	A1	A1	A1
2	Sistem Transmisi	B3	B3	B1
3	Sistem Rumah <i>Bearing</i>	C1	C2	C2

Tabel 4.7 Kombinasi Penilaian Varian Konsep

4.2.3.1 Varian Konsep Mesin 1

Sistem kerja varian konsep mesin 1 (Gambar 4.3) adalah motor dihidupkan yang akan menggerakkan poros telah dihubungkan dengan satu *rotor* untuk menambah beban. Terdiri dari dua rumah *bearing* dibuat sendiri sehingga dapat dimodifikasi seperti yang diinginkan. Dudukan motor menggunakan sistem pengunci baut sehingga mudah untuk dibongkar pasang dan mudah dalam proses *alignment*.



Gambar 4.3 Varian Konsep Mesin 1

- Kelebihan

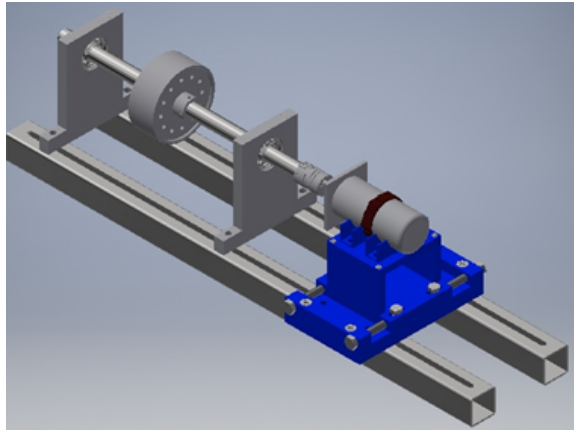
Konstruksi konsep mesin 1 dirancang untuk dapat dibongkar pasang, sehingga memudahkan untuk bongkar pasang *bearing* dan juga mudah dalam proses *alignment*.

- Kekurangan

Konstruksi konsep mesin 1 menggunakan elemen yang dibuat sendiri sehingga pengerjaan konstruksi lebih banyak dan lebih lama serta biaya yang dibutuhkan lebih besar.

4.2.3.2 Varian Konsep Mesin 2

Sistem kerja varian konsep mesin 2 (Gambar 4.5) adalah motor dihidupkan yang akan menggerakkan *rotor* yang dihubungkan oleh poros. Sistem pengikatan Rumah *bearing* tidak menggunakan baut sehingga tidak memungkinkan untuk dimodifikasi.



Gambar 4.4 Varian Konsep Mesin 2

- Keuntungan

Konstruksi konsep mesin 2 menggunakan elemen yang lebih sedikit sehingga pengerjaan konstruksi lebih sedikit dan waktu pengerjaan yang singkat.

- Kekurangan

Konstruksi konsep mesin 2 menggunakan rumah bearing yang tidak dapat dibongkar pasang. Hal ini mempersulit proses *assembly*.

4.2.3.3 Varian Konsep Mesin 3

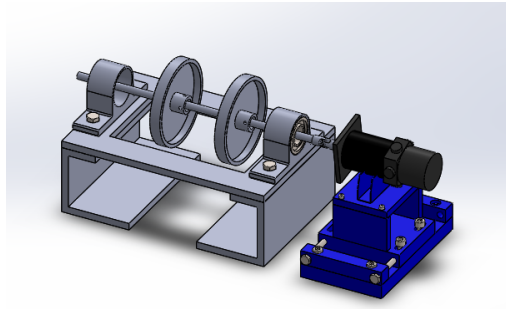
Sistem kerja varian konsep mesin 3 (Gambar 4.6) adalah motor dihidupkan yang akan menggerakkan poros dan 2 rotor. Rumah *bearing* yang dipakai adalah *type plumer block*. Tipe ini sulit dilakukan bongkar pasang *bearing* dan juga tidak dapat dimodifikasi. Dudukan motor menggunakan sistem pengunci baut sehingga mudah untuk dibongkar pasang dan mudah dalam proses *alignment*.

- Keuntungan

Konstruksi konsep mesin 3 menggunakan elemen yang lebih sedikit sehingga pengerjaan konstruksi lebih sedikit dan biaya yang akan dikeluarkan lebih sedikit serta waktu pengerjaan lebih singkat.

- Kekurangan

Konstruksi konsep mesin 3 menggunakan *type bearing plumer block* sehingga tidak dapat dimodifikasi dan sulit untuk bongkar pasang *bearing*.



Gambar 4.5 Varian Konsep Mesin 3

4.2.4 Pemilihan Alternatif

Pemilihan alternatif ini digunakan untuk menentukan perbandingan yang baik dalam setiap alternatif yang telah dipilih. Di bawah ini merupakan keterangan penilaian pada setiap alternatif. Kriteria - kriteria penilaian alternatif adalah sebagai berikut.

4.2.5 Penilaian Alternatif Varian Konsep

Setelah menyusun alternatif fungsi keseluruhan, penilaian variasi konsep dilakukan untuk memutuskan alternatif yang akan di lanjutkan ke proses pembuatan *draft*. Kriteria aspek penilaian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu penilaian aspek teknis seperti yang di tunjukan pada Tabel 4.9 dan aspek ekonomis yang dapat dilihat pada Tabel 4.10. Kriteria penilaian yang diberikan untuk menilai setiap varian ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kriteria Penilaian Varian Konsep

4	3	2	1
Sangat Baik	Baik	Cukup Baik	Kurang Baik

Tabel 4.9 Penilaian Aspek Teknis Varian Konsep

No.	Kriteria Penilaian Teknis	Bobot Ideal	Varian Konsep (VK)		
			VK 1	VK 2	VK 3
1.	Fungsi Utama	4	4	2	2
2.	Konstruksi dan Perakitan	4	3	2	3
3.	Perawatan	4	3	3	3

Total Skor	12	10	7	8
%Nilai	100%	83,3%	58,3%	66,6%

Tabel 4.10 Penilaian Aspek Ekonomis Varian Konsep

No.	Kriteria Penilaian Ekonomis	Bobot Ideal	Varian Konsep (VK)		
			VK 1	VK 2	VK 3
1.	Material	4	3	3	3
2.	Proses Pengerjaan	4	3	4	3
3.	Jumlah Komponen	4	2	3	3
4.	Elemen Standar	4	2	3	3
Total Skor		16	10	13	12
%Nilai		100%	62.5%	81,2%	75%

4.2.6 Keputusan

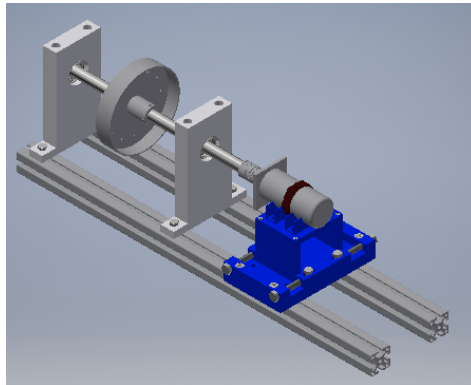
Dilihat dari penilaian alternatif diatas, varian konsep mesin yang dipilih adalah varian konsep mesin dengan jumlah nilai rata – rata paling tinggi, varian tersebut adalah varian konsep mesin 1 dengan nilai 72,9. Maka dapat diputuskan bahwa alternatif yang dipilih adalah varian kosep mesin 1.

4.3 Analisis Perhitungan

Setelah varian konsep mesin dipilih, langkah selanjutnya adalah menganalisis perhitungan pada varian konsep mesin yang dipilih. Perhitungan dilakukan sesuai dengan dasar teori yang telah diuraikan pada BAB II.

4.3.1 Perhitungan Poros

Alat bantu pengujian *balancing* paada *rotor* ini terdiri dari beberapa komponen yaitu poros dan motor listrik. Mekanisme yang bekerja pada sistem transmisi ini berawal dari motor listrik lalu menggerakkan poros yang telah dihubungkan oleh sebuah *rotor* yang digunakan sebagai pemberat.



Gambar 4.6 Media Pembelajaran Pengujian *Balancing* pada *Rotor*

Keterangan :

n (putaran awal) = 1500 rpm

P (daya motor) = 0,29 kW

M_p = Momen Puntir (Nmm)

C_b = Faktor pemakaian

(Keterangan C_b dapat dilihat di Lampiran 3)

P = Daya Motor (kW)

n = Putaran Motor (Rpm)

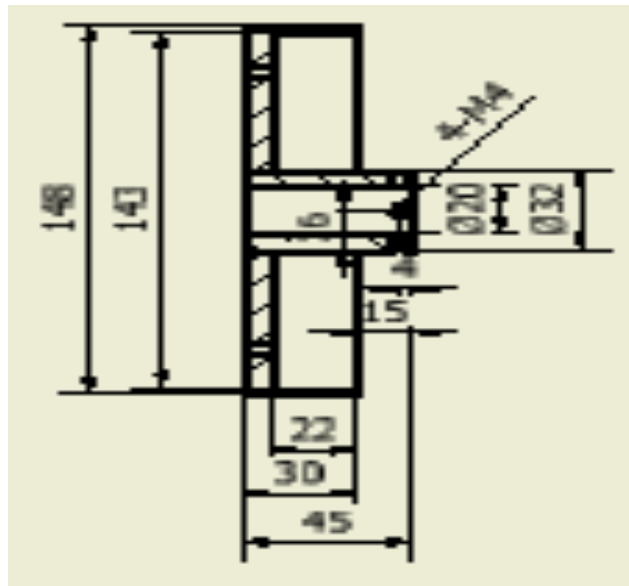
a) Perencanaan Poros adalah sebagai berikut :

- Menghitung momen puntir :

$$M_{p1} = 9550. \tag{4.1}$$

$$= 9550. = 1,846 \text{ Nmm}$$

- Menghitung Gaya *Rotor* :



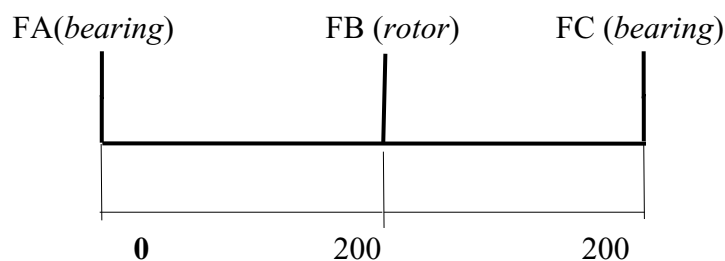
Gambar 4.7 Rotor

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Rotor} &= ((V_{\text{besar}} - V_{\text{step}_1}) + (V_{\text{poros kecil}} - V_{\text{lubang kecil}})) \quad ((\\
 &\quad V_{\text{lubang cekung}} - V_{\text{step}_2}) - 4(V_{\text{lub. baut}}) \quad (4.2) \\
 &= ((3,14 \times 74^2 \times 30) + (3,14 \times 16^2 \times 30)) - ((3,14 \times 16^2 \times 45) - (3,14 \times 10^2 \\
 &\quad \times 45)) - ((3,14 \times 72,5^2 \times 22) - (3,14 \times 16^2 \times 22)) - 4(3,14 \times 4^2 \times 8) \\
 &= 171732,88 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa rotor} &= \text{aluminium} \times V_{\text{rotor}} \quad (4.3) \\
 &= 2.712 \times 171,73 \times 10^{-6} \text{ mm}^3 \\
 &= 0,466 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F &= m \times g \quad (4.4) \\
 &= 0,466 \times 10 = 4,66 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Menghitung Diameter Poros



Gambar 4.8 Diagram Benda Bebas Poros

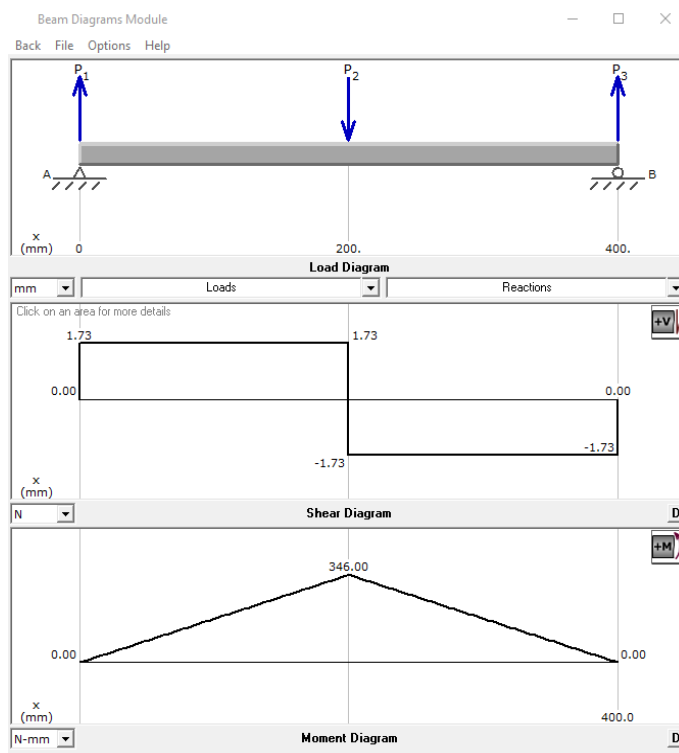
(4.5)

$$\begin{aligned}
 0 + F_B \cdot 200 \text{ mm} - (F_C \cdot 400) &= 0 \\
 4,66 \text{ N} \times 200 \text{ mm} - 400 F_C &= 0 \\
 400 F_C &= 932 \text{ Nmm} \\
 F_C &= \\
 &= 2,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$F_A = F_C = 2,33 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 M_b \text{ maks} &= F_A \times 200 \text{ mm} && (4.6) \\
 &= 2,33 \text{ N} \times 200 \text{ mm} && = 466 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Diagram momen dan gaya pada poros yang ditunjukkan pada Gambar 4.10



Gambar 4.9 Diagram Momen dan Gaya Pada Poros

$$M_b \text{ maks} = 2,33 \text{ N} \times 200 \text{ mm} = 466 \text{ Nmm}$$

Bahan Poros *Stainless Steel* dengan

$$M_R = \quad (4.7)$$

$$M_R =$$

$$M_R = 466 \text{ N.mm}$$

$$= \quad \quad \quad (4.8)$$

=

= 4,41 mm (diameter poros minimal)

b) Perencanaan *Bearing*

Diketahui :

$$= 20 \text{ mm}$$

$$n_1 = 1500 \text{ Rpm}$$

$$\text{jumlah bearing} = 2b_h$$

$$F_A = 2,33 \text{ N}$$

$$C = 735 \text{ kg}$$

$$C_o = 465 \text{ kg}$$

Penyelesaian :

- Faktor Kecepatan :

$$(4.9)$$

untuk bantalan poros transmisi antara 20.000 s.d 25.000 maka nilai yang dipakai adalah 25.000 jam (EMS. Sularso 136)

- Faktor umur bantalan bola :

- Kapasitas dinamis :

$$(4.10)$$

Dari Tabel 4.14 (EMS Sularso 143) untuk tipe *bearing* 6004 ZZ didapat nilai sebagai berikut (Lampiran 3) :

$$C = 735 \text{ kg}$$

$$C_o = 465 \text{ kg}$$

- Umur bantalan bola

$$(4.11)$$

Maka, diperoleh nilai l_{wh} , maka adalah sebagai berikut :

$$(4.12)$$

4.4 Proses Pemesinan

Pembuatan konstruksi mesin dilakukan berdasarkan rancangan konstruksi yang telah dianalisa dan dihitung sehingga mempunyai arah yang jelas dalam proses pemesinannya.

a) Mesin Bubut

Komponen yang dikerjakan pada mesin bubut antara lain :

1. Poros
2. Rotor

b) Mesin Frais

Komponen yang dikerjakan pada mesin frais antara lain :

1. Penampang Meja
2. Dudukan Motor
3. Dudukan *Bearing*
4. Rotor

c) Mesin Las

Mesin las digunakan untuk mengelas sambungan – sambungan pada komponen yaitu rangka utama, bagian dudukan motor dan dudukan alat.

d) Mesin Gerinda

Mesin gerinda yang dipakai adalah mesin gerinda tangan yang digunakan untuk membersihkan permukaan hasil lasan yang tidak rapi.

e) Mesin Bor

Mesin bor digunakan untuk membuat lubang pada :

1. *Rotor*
2. Dudukan *bearing*
3. Rumah *bearing*

f) Mesin CNC

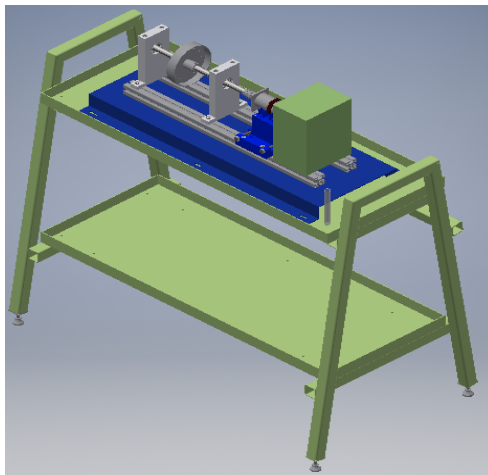
Bagian komponen yang menggunakan mesin CNC adalah rumah *bearing*. Hal ini disebabkan karena kurangnya peralatan penunjang yang tersedia di Laboratorium Polman Babel. Adapun komponen yang menggunakan mesin CNC

dapat dilihat di lampiran 5 (Lima).

4.5 Perakitan / *Assembly*

Setelah membuat bagian mesin selesai, bagian dirakit sehingga menjadi alat yang sesuai dengan rancangan. Proses perakitan merupakan proses penggabungan bagian-bagian dari komponen satu dengan komponen yang lainnya sehingga menjadi sebuah mesin yang utuh. Media pembelajaran pengujian *balancing* pada *rotor* ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Perakitan pertama kali dilakukan pada konstruksi rangka, yaitu dengan melakukan pengelasan pada besi *hollow* sehingga membentuk rangka sesuai dengan rancangan. Lalu dilanjutkan dengan pemasangan penampang meja, *aluminium extrude*, motor, poros, bantalan, *rotor*. Proses perakitan menggunakan jenis sambungan las dan baut pengikat. Untuk keterangan gambar kerja mesin dapat dilihat di Lampiran 6 (Enam). Untuk foto alat/mesin dapat dilihat di Lampiran 7 (Tujuh).



Gambar 4.10 Media Pembelajaran Pengujian *Balancing* pada *Rotor*

4.6 Uji Coba

Setelah dilakukan pembuatan dan perakitan dari beberapa komponen mesin selanjutnya dilakukan tahapan pengujian/ pengukuran dan memverikasi hasil. Tahapan tersebut yakni pengukuran kedataran (*flatness*) meja mesin serta keseimbangan (*balance*) putaran *rotor* dan mengukur getaran (*vibration*) yang ditimbulkan seluruh dari komponen mesin pada saat mesin beroperasi.

4.6.1 Hasil Pengukuran Kedataran Meja Mesin

Pengukuran dan penyetelan terhadap kedataran meja mesin menggunakan empat buah baut penyetelan (*adjuster bolts*) yang telah terpasang pada kaki meja seperti yang ditunjukkan Gambar 4.11.

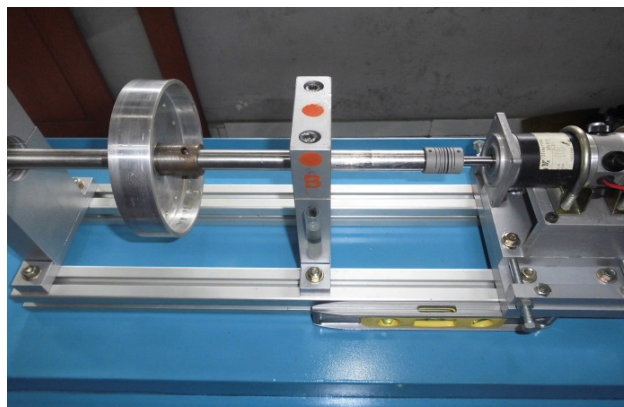


Gambar 4.11 Baut Penyetel Kedataran Meja

Alat ukur yang digunakan adalah *rule water level meter* dengan spesifikasi teknis sebagai berikut

Panjang : 230 mm
Tinggi : 40 mm
Lebar : 12 mm

Alat ukur tersebut diatas telah terpasang di kontruksi meja mesin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12. Posisi *Ruler Water Level Mater* ditunjukkan pada Gambar 4.12.



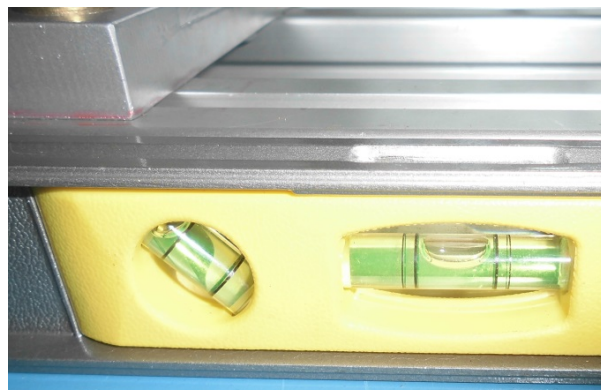
Gambar 4.12 Posisi *Rule Water Level Meter*

Proses penyetelan dilakukan dengan terhadap meja mesin dilakukan dengan memutar baut penyetel sesuai dengan arah yang diinginkan untuk mendapatkan hasil kedataran meja yang optimal. Proses penyetelan yang telah dilakukan terhadap kedataran landasan meja mesin tersebut ditunjukkan Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Proses Penyetelan Kedataran Landasan Meja Mesin

Hasil dari ukur penyetelan terhadap landasan meja mesin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Ukur Kedataran Landasan Meja Mesin

Pada gambar hasil pengukuran kedataran landasan meja menunjukkan hasil telah optimal. Hasil ukur kedataran landasan meja mesin yang telah peroleh selanjutnya diverifikasi dengan menggunakan *spirit level* dengan kecermatan 1 $DIV = 0,02 \text{ mm/m}$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15



Gambar 4.15. Hasil Verifikasi Kedataran Landasan Meja Mesin

Pada pengukuran kedataran secara horizontal yang dilakukan pada meja alat yang memiliki panjang 1205 mm x 460 mm, pengukuran dilakukan di jarak 230 mm dan pada jarak 602.5 mm. Berdasarkan hasil verifikasi yang sudah dilakukan menggunakan *spirit level* dengan kecermatan 1 DIV = 0,02 mm/m tidak ada penyimpangan pada setiap jarak yang dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa penyetelan kedataran pada meja telah optimal. Nilai kedataran ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Nilai Kedataran Horizontal

Posis i	Jarak (mm)	A1	
		X	Y
1	230	0	0
2	602.5	0	0

Setelah landasan alat menunjuk hasil optimal, pengumpulan data dapat dilakukan. Sebagaimana sudah di buat dalam SOP (*Standard Operational Procedure*) Lampiran 4 (Empat). Setelah Pengujian selesai hasil yang ada di alat ukur kemudian didata. Data yang di dapat ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan maka getaran dapat dianalisa menggunakan penyelesaian sebagai berikut :

Diketahui :

$$(4.13)$$

Keterangan :

A2 = *velocity* getaran chanel A (mm/s RMS)

B2 = *velocity* getaran chanel B (mm/s RMS)

Penyelesaian :

Getaran pada RPM 1504 adalah sebagai berikut :

$$= 1,53 \text{ mm/s}$$

Getaran pada RPM 2250 adalah sebagai berikut :

$$= 1,365 \text{ mm/s}$$

Tabel 4.12 Hasil Data Uji Coba

No	Speed (Rpm)	Result						Posisi	
		A1 (g p)	A2 (mm/s)	A3 (µm)	B1 (g p)	B2 (mm/s)	B3 (µm)	V	H
1	252	0,062	0,109	2,65	0,047	0,057	1,03	√	
2	505	0,110	0,165	3,98	0,118	0,141	4,42	√	
3	750	0,147	0,276	6,23	0,243	0,245	6,32	√	
4	1007	0,159	0,335	7,79	0,302	0,280	4,07	√	
5	1250	0,163	0,650	13,0	0,361	0,377	5,02	√	
6	1504	0,233	1,80	32,5	0,345	1,26	22,8	√	
7	1754	0,293	3,49	54,3	0,434	3,83	58,8	√	
8	2002	0,275	0,648	9,18	0,427	1,52	20,6	√	
9	2250	0,242	1,65	20,7	0,462	1,08	13,0	√	
10	254	0,252	0,504	7,19	0,392	0,710	11,5		√
11	502	0,347	0,642	13,7	0,392	0,710	11,5		√

12	750	0,443	0,663	10,5	0,427	0,625	9,18	√
13	1001	0,450	1,03	81,8	0,440	1,15	80,8	√
14	1252	0,526	1,21	19,3	0,610	1,39	18,0	√
15	1501	0,574	1,53	20,4	0,684	2,17	22,0	√
16	1750	0,642	1,75	19,1	0,836	1,98	20,0	√
17	2002	1,33	4,01	22,9	1,71	5,18	25,4	√
18	2250	0,726	2,52	30,5	0,907	2,52	29,5	√

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816						
Machine		Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation	
in/s	mm/s					
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71			good	
	0.04	1.12				
	0.07	1.80				
	0.11	2.80		satisfactory		
	0.18	4.50				
	0.28	7.10		unsatisfactory		
	0.44	11.2				
	0.70	18.0				
	0.71	28.0		unacceptable		
	1.10	45.0				

Gambar 4.16. ISO-10816 *Vibration Severity Chart*

Pada proses analisa data ini, hasil getaran akan dibandingkan dengan standar ISO-10816 *Vibration Severity Chart*, Sehingga dapat diketahui kondisi dari *bearing*. menurut standar ISO-10816 *Vibration Severity Chart*, nilai kecepatan getaran RMS dari hasil pengujian yang dilakukan pada posisi *vertical* pada rpm 1500 dengan hasil 1,53 mm/s RMS (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “*satisfactory*” dan pada rpm 2250 dengan hasil 1,365 mm/s RMS (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “*satisfactory*”. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi alat dan transmisi masuk dalam kategori memuaskan. Hal ini dapat dilihat pada *Vibration Severity per ISO 10816*. Grafik *ISO 10816* ditunjukkan pada Gambar 4.16.

4.7 Perawatan

Perawatan adalah suatu kombinasi dari semua tindakan yang dilakukan dalam rangka mempertahankan atau mengembalikan sesuatu pada kondisi yang dapat diterima. Pelumasan dan kebersihan suatu mesin adalah suatu tindakan perawatan yang paling dasar yang harus dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan mesin karena hal tersebut dapat mencegah terjadinya keausan dan korosi yang merupakan faktor utama penyebab kerusakan elemen-elemen mesin.

Pekerjaan pertama yang dapat dilakukan adalah membersihkan peralatan dari debu maupun kotoran-kotoran lain yang dianggap tidak perlu. Debu ini akan menjadi inti bermulanya proses kondensasi dari uap air yang berada diudara. Butir air yang terjadi pada debu tersebut lambat laun akan merusak permukaan kerja dari alat tadi, sehingga secara keseluruhan peralatan tersebut akan menjadi rusak. Perawatan mesin bertujuan untuk menjaga agar mesin tetap awet dan tetap bekerja secara optimal.

Pekerjaan kedua adalah memeriksa bagian-bagian dari peralatan yang dianggap kritis yang perlu dilakukan secara teratur mengikuti suatu pola jadwal tertentu. Jadwal ini dibuat atas dasar pertimbangan-pertimbangan, sebagai berikut:

- Berdasarkan pengalaman yang lalu dalam suatu jenis pekerjaan yang sama diperoleh informasi mengenai selang waktu atau frekuensi untuk melakukan pemeriksaan se-minimal mungkin dan se-ekonomis mungkin tanpa menimbulkan resiko yang berupa kerusakan pada unit instalasi yang bersangkutan
- Berdasarkan sifat operasinya yang dapat menimbulkan kerusakan setelah beroperasi dalam selang waktu tertentu
- Berdasarkan rekomendasi dari pabrik pembuat unit instalasi yang bersangkutan. Pekerjaan selanjutnya adalah memperbaiki bila terdapat kerusakan pada bagian unit instalasi pada saat melaksanakan pemeriksaan pekerjaan memperbaiki ini harus sedemikian rupa, sehingga mencapai standar semula dengan usaha dan biaya yang wajar.

Pada mesin ini kami menggunakan metode perawatan mandiri atau sering disebut dengan *autonomous maintenance*. Dalam perawatan mandiri ini operator

pelaku utamanya karena operator merupakan personil yang paling dekat dengan mesin atau alat, sehingga operator sebenarnya yang seharusnya tahu tentang kondisi mesin dari waktu ke waktu. Operator memegang peranan utama dalam hal merawat mesin atau alat. Perawatan mandiri mengajarkan kepada operator mengenai cara-cara merawat atau memelihara mesin atau alat melalui kegiatan pemeriksaan harian, pelumasan, penggantian suku cadang reparasi kecil dan mendeteksi dini faktor *abnormal*.

Oleh karena itu, perawatan secara berkala memang berperan penting dalam perawatan kepresisian dan mencegah terjadinya keausan. Perawatan yang dapat dilakukan untuk merawat mesin alat bantu pengajaran perawatan prediktif ini adalah sebagai berikut :

a. Bantalan (*Bearing*)

Untuk perawatan komponen ini oleh operator harus diperhatikan benar-benar. Perawatan harian atau mingguan yang dapat dilakukan adalah dengan memeriksa kondisi *bearing* itu sendiri. Selain itu juga membersihkan kotoran atau debu yang menempel yang dapat merusak bantalan (*bearing*). Pemeriksaan putaran *bearing* dan pemeriksaan kebersihan rumah *bearing*.

b. Motor Penggerak

Perawatan pada motor listrik ini dengan memeriksa kelistrikannya saja pada saat akan beroperasi. Apakah semua kabel telah tersambung dengan benar atau ada kesalahan dan juga ada tidaknya kabel yang terkelupas jangan sampai terjadi *short circuit*, sehingga menimbulkan kebakaran pada motor.

c. Poros

Perawatan pada poros massa dengan memberikan pelumas saat akan dan sesudah menggunakan mesin karena gaya gesekan yang di terima oleh komponen ini sangat besar, Selain itu perawatan harian atau mingguan yang dapat dilakukan adalah dengan memberi pelumas dan membersihkan kotoran dan debu yang menempel.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil uji coba maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Indikator yang dapat dimonitor secara langsung dengan menggunakan media air yang dimasukkan pada gelas ukur dengan diameter kecil.
2. Alat bantu uji *balancing* pada *rotor* digunakan untuk mengidentifikasi kondisi setimbang (*balance*) dan ketidakseimbang (*unbalance*) pada *rotor* berdasarkan getaran.

5.2 Saran

Dari sistem yang kami rancang pada mesin ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk memaksimalkan hasil kerja mesin tersebut, maka kami menyarankan :

1. Mesin ini dapat lebih dikembangkan lagi, terutama pada konstruksi mesin dan fungsi mesin ini sendiri.
2. indikator kondisi *balance* atau *unbalance* yang dapat dimonitor secara langsung dapat diganti menggunakan wadah yang lebih besar agar mempermudah proses analisa tanpa alat ukur getaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto, (2003), *Dasar-Dasar Teknik Mesin*, Jakarta, PT. Bhineka Cipta Jakarta.
- Anonim, *Getaran : Pengertian, Jenis, Besaran, Rumus, Satuan*, diakses pada 3 Agustus 2018, <<https://www.ilmudasar.com/2017/10/Pengertian-Jenis-Besaran-Rumus-Satuan-Getaran-adalah.html?m=1>>
- Anonim, *Media Pengajaran*, diakses pada 16 Maret 2017, <<http://repository.upi.edu.comdanhttp://perpustakaan.upi.edu.com>>.
- Polman Timah, (1996), *Metode Perancangan Mekanik*, Politeknik Manufaktur Timah, Sungailiat.
- Sularso, Ir. (1991), *Elemen Mesin*, Jakarta, PT .Pradnya Paramita.
- Polman Timah, (1996), *Elemen Mesin 4*, Politeknik Manufaktur Timah, Sungailiat.
- H. Farrer,dkk, (2001), *Perawatan Maternitas Edisi 2*, Jakarta.
- Higgins, Lindley R, P.E., (2002), “*Maintenance Engineering Handbook*”, 3rd Edition. McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Nazir, 1988, *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Sugiyono, (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&G*. Bandung : Alfabeta.
- Anonim, *ISO 10816 Vibration Severity Chart* [Online], diakses pada 05 Agustus 2018, available :<<https://reliabilityrectsstore.com/articels.aps?id=122>>.
- Polman Babel, (2011) , *Teknik Penulisan Referensi*, Polman Babel

LAMPIRAN 1
(Daftar Riwayat Hidup)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Juniko
Tempat & Tanggal Lahir : Toboali, 4 Juni 1996
Alamat rumah : Jl. Kemakmuran Kec. Toboali Kab.
Bangka Selatan
Telp : -
Hp : 0831-8749-1341
Email:jhabank@gmail.com
JenisKelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 2 Toboali	Lulus 2008
SMP Negeri 1 Toboali	Lulus 2011
SMK Negeri 1 Toboali	Lulus 2014
D III POLMAN NEGERI BABEL	Lulus 2018

3. Pendidikan Non Formal

PKL PT. Dirgantara Indonesia	2017-2018
(Persero)
.....

Sungailiat, 1 Agustus 2018

Juniko

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Ika Febriyanti Safitri
Tempat & Tanggal Lahir : Cit, 29 Maret 1997
Alamat : Jl. Raya Belinyu Dusun Sidorejo Air
Tenggiling Kel. Cit Kec. Riau Silip Kab.
Bangka Belitung
Telp : -
Hp : 0822-8918-6707
Email: ikasafitri56007@gmail.com

JenisKelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 3 9 Kd Mentok	Lulus 2009
SMP Negeri 2 Riau Silip	Lulus 2012
SMA Negeri 1 Sungailiat	Lulus 2015
D III POLMAN NEGERI BABEL	Lulus 2018

3. Pendidikan Non Formal

PKL PT. Hanabe Kharisma Sejati	Drafter	2017-2018
.....
.....

Sungailiat, 1 Agustus 2018

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Rachmat Effendi
Tempat & Tanggal Lahir : Dam 3, 06 Februari 1997
Alamat : Jl Dam 3 Sinar Surya Kec. Tempilang Kab
.Bangka Selatan Prov. Bangka Belitung
HP : 082278216926
Email: rachmateffendi420@gmail.
com
JenisKelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 6 Tempilang	Lulus 2009
SMP Negeri 2 Tempilang	Lulus 2012
SMK Negeri 2 Pangkal Pinang	Lulus 2015
D III POLMAN NEGERI BABEL	Lulus 2018

3. Pendidikan Non Formal

PKL Polman Negeri Babel	2017-2018
.....
.....

Rachmat Effendi

LAMPIRAN 2
(Tabel Ukuran Rangka)

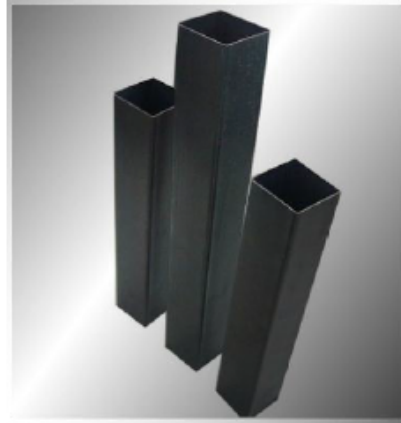
TABEL UKURAN RANGKA

BESI HOLLOW

Pipa Kotak / Hollow

Besi Pipa Kotak / Hollow

Ukuran	Berat
40 x 40 x 2 mm x 6 Meter	14.45 Kg
40 x 40 x 2.3 mm x 6 Meter	16.60 Kg
50 x 50 x 2 mm x 6 Meter	18.21 Kg
50 x 50 x 2.3 mm x 6 Meter	20.94 Kg
50 x 50 x 2.5 mm x 6 Meter	22.77 Kg
50 x 50 x 2.7 mm x 6 Meter	25 Kg
50 x 50 x 2.8 mm x 6 Meter	25.50 Kg
50 x 50 x 3 mm x 6 Meter	27.32 Kg
60 x 60 x 2 mm x 6 Meter	22 Kg
60 x 60 x 2.3 mm x 6 Meter	25.26 Kg
60 x 60 x 2.5 mm x 6 Meter	27.50 Kg
60 x 60 x 2.8 mm x 6 Meter	30.77 Kg
60 x 60 x 3 mm x 6 Meter	33 Kg
60 x 60 x 3.2 mm x 6 Meter	35.17 Kg
75 x 75 x 2 mm x 6 Meter	27.63 Kg
75 x 75 x 2.3 mm x 6 Meter	32 Kg
75 x 75 x 2.5 mm x 6 Meter	34.53 Kg
75 x 75 x 3.2 mm x 6 Meter	44.19 Kg
100 x 100 x 3.2 mm x 6 Meter	59.28 Kg
100 x 100 x 4.5 mm x 6 M	83.37 Kg
125 x 125 x 3.2 mm x 6 M	74.36 Kg
125 x 125 x 4.5 mm x 6 M	104.56 Kg
150 x 150 x 4.5 mm x 6 M	125.76 Kg
150 x 150 x 5 mm x 6 M	139.73 Kg

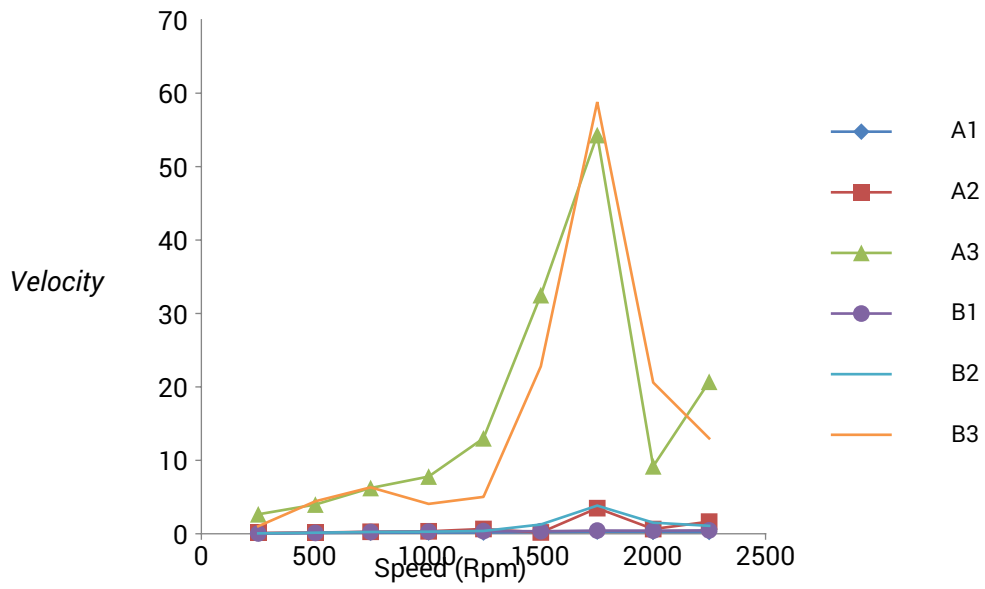


LAMPIRAN 3
(Grafik Hasil Uji Coba 1 dan 2)

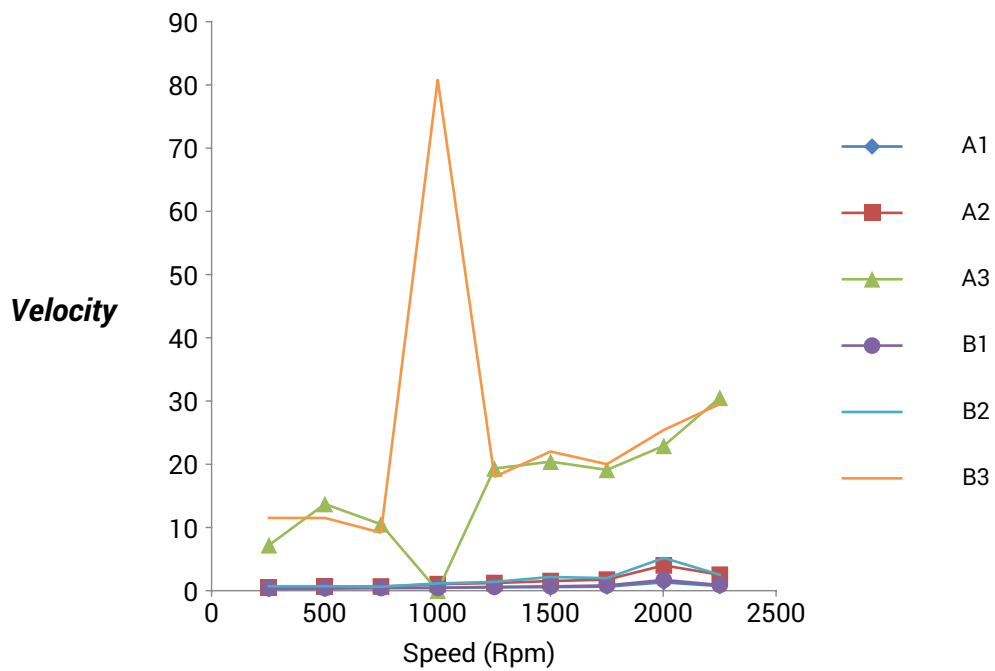
LAMPIRAN 3

GRAFIK HASIL UJI COBA 1 DAN 2

Grafik Uji Coba 1 Vertikal



Grafik Uji Coba 2 Horizontal







LAMPIRAN 4
(Referensi Perhitungan)

LAMPIRAN 5
(SOP dan Sistem Perawatan)

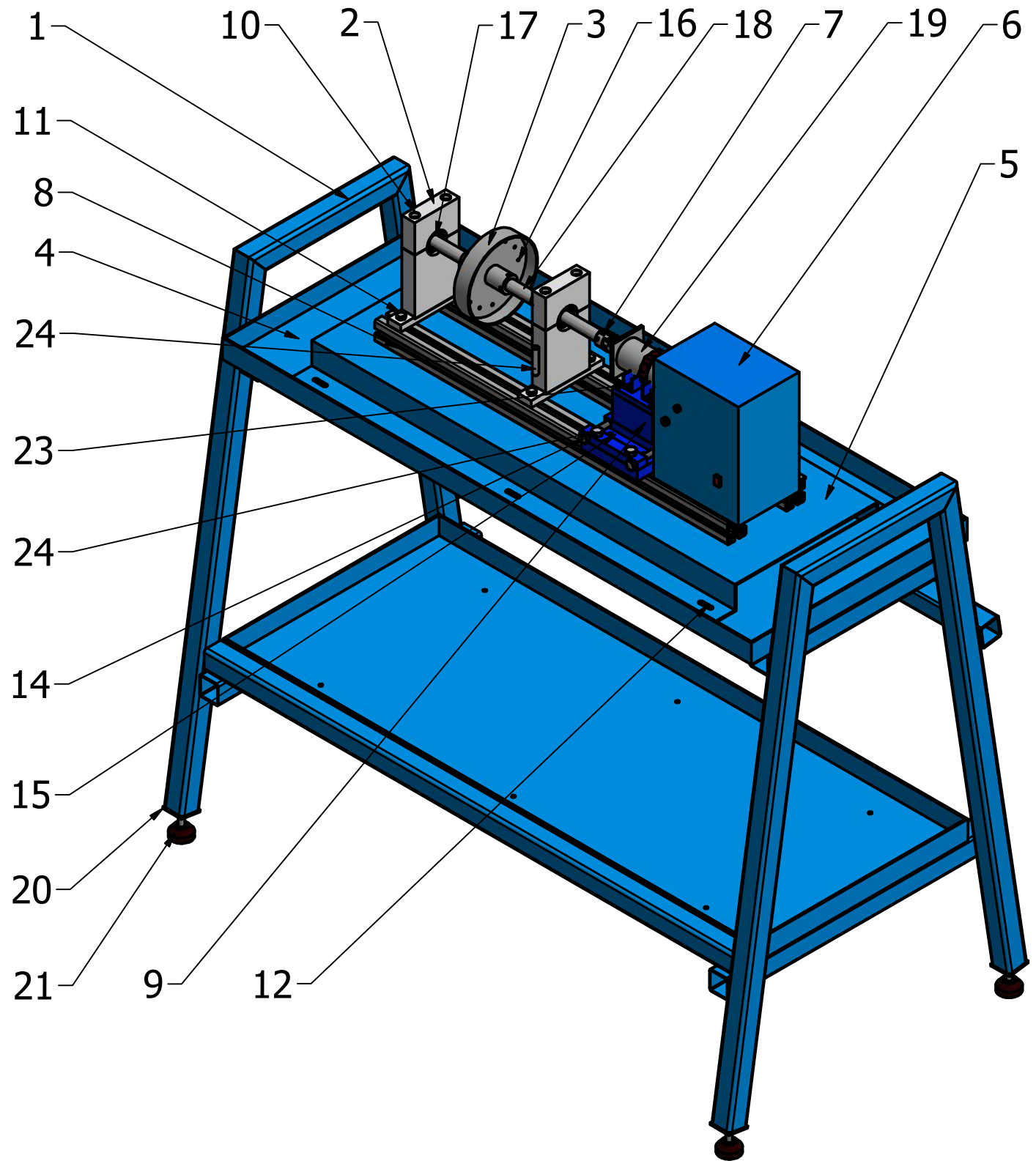
Standard Operational Procedure Media Pembelajaran Pengujian

Balancing pada Rotor

No	Gambar	Keterangan
1		Pastikan mesin benar-benar siap untuk dioperasikan
2		Hubungkan kabel <i>power</i> ke sumber aliran listrik
3		Pemasangan <i>Sensor Chanel A</i> dan <i>Sensor Chanel B</i> di <i>pillow block</i> pada vibrometer
4		Tekan tombol <i>on/off</i> pada pintu panel

5		<p>Atur potensio untuk mengatur rpm yang diinginkan</p>
6		<p>Hasil pengujian akan tersimpan di alat ukur getaran. Kemudian data di alat ukur getaran tersebut akan menunjukkan bagian mana yang akan diberi beban agar piringan/ <i>disk</i> dapat <i>balance</i>.</p>
7		<p>Setelah alat <i>balance</i>, Pengujian data <i>balancing</i> yang sudah didapatkan kemudian di simpan dan di data.</p>

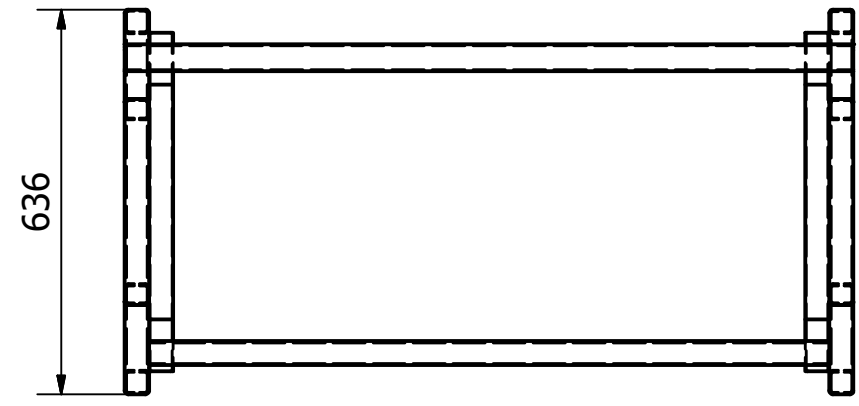
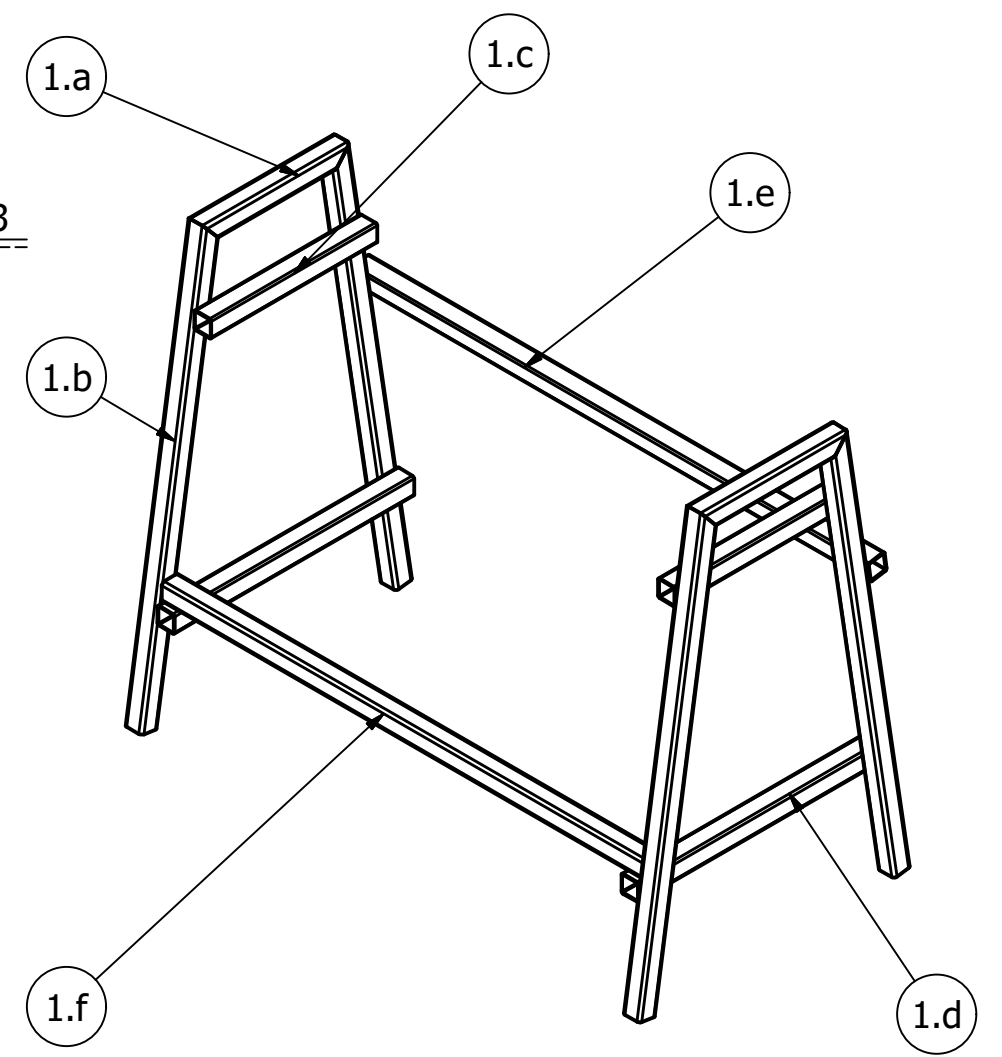
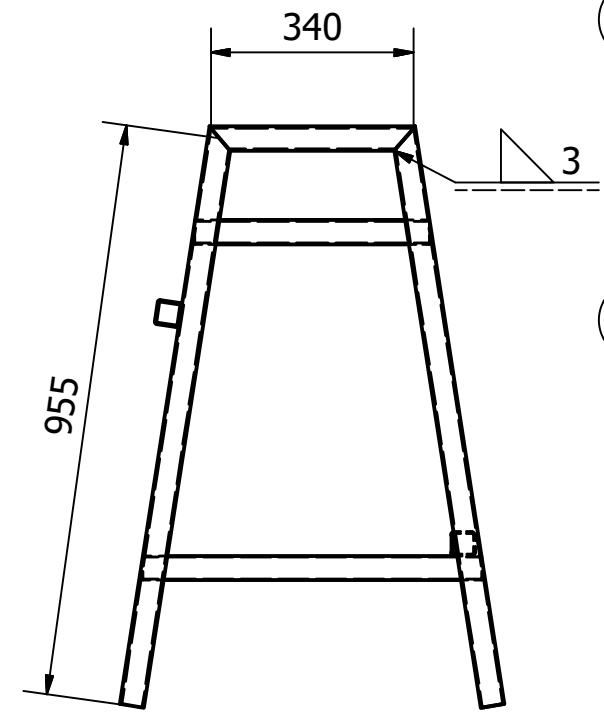
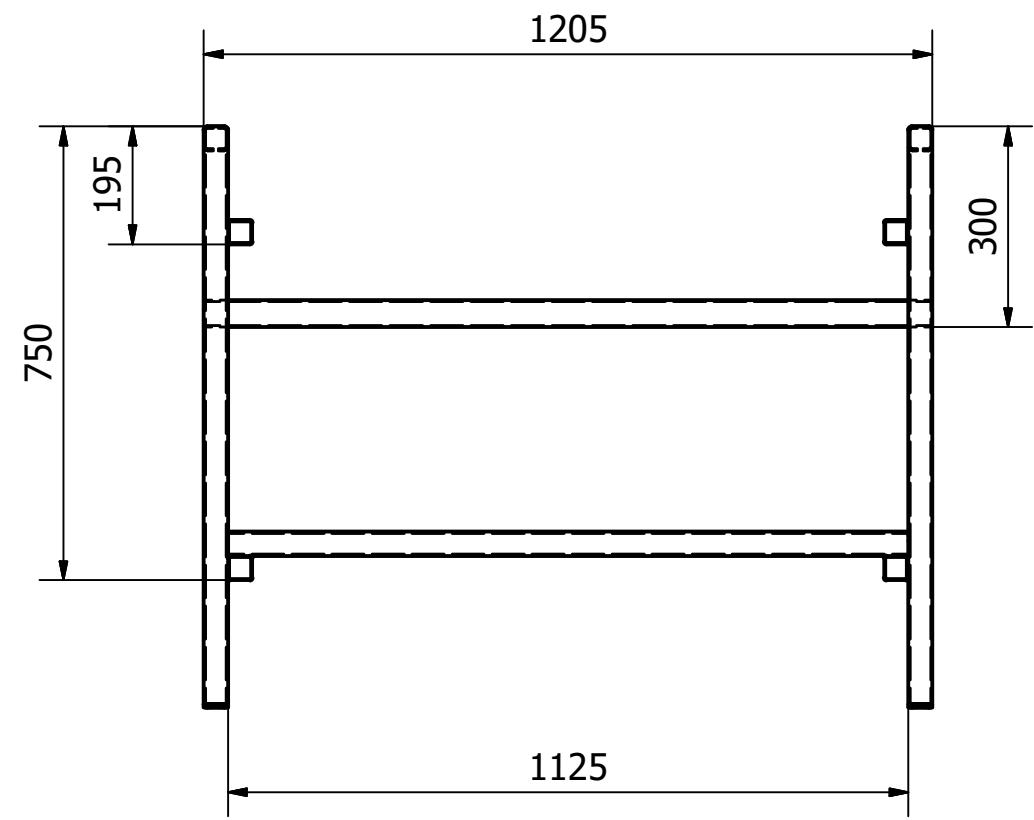
LAMPIRAN 6
(Gambar Kerja)



1	Gelas Ukur	24	Kaca		
2	Clamp U	23		2''	
4	Baut Inbus	22		M4 x 16	
4	Adjuster	21		M10x 75	
4	Dudukan Adjuster	20		40x40x8	
1	Motor Servo	19			P=0,29 Kw
1	Poros	18	Stainless steel	Ø20 x 400	
2	Bearing	17		Ø20x42x2	
12	Baut Segi Enam	16	St.37	M4 x 12	
4	Baut Segi Enam	15	St.37	M8 x 20	
4	Baut Segi Enam	14	St.37	M8 x 30	
4	Baut Segi Enam	13	St.37	M10 x 50	
6	Baut Segi Enam	12	St.37	M6 x 10	
4	Baut Segi Enam	11	St.37	M8 x 20	
4	Baut Inbus	10	St.37	M8 x 60	
1	Dudukan Motor	9	St.37		
2	Profil	8	Alumunium	40x40x750	
1	Kopling	7			
1	Kotak Panel	6			
2	Dudukan Alat 2	5	St.37	1200x460x40	
1	Dudukan Alat 1	4	St.37	900x399x50	
1	Bandul	3	Alumunium	148x30xØ20	
2	Rumah Bearing	2	St.37	154x177x28	
1	Rangka	1	Baja karbon rendah	40x40x40	

Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.					
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan	Peganti dan Diganti Dengan		
			a	d	g	j				
			b	e	h	k				
Media Pembelajaran Pengujian							Skala 1 : 5	Digambar	26.05.18	Ika Fs
Balancing pada Rotor								Diperiksa		
								Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL							Gbr.PA/2018			

6 1 5 1 4 3 1 2 1 1

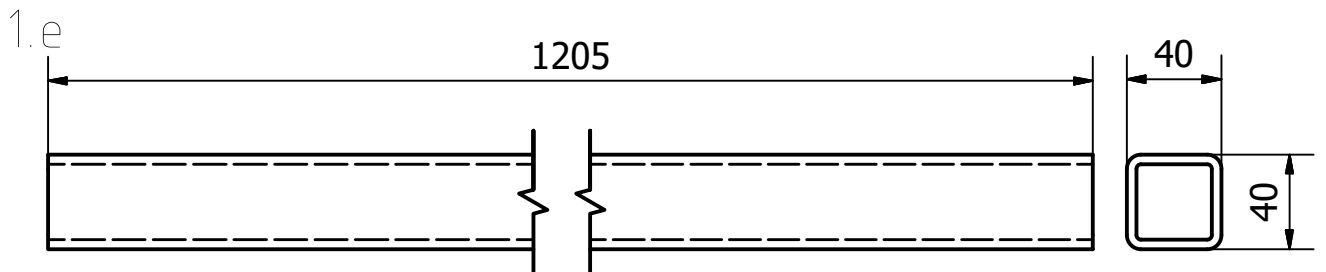
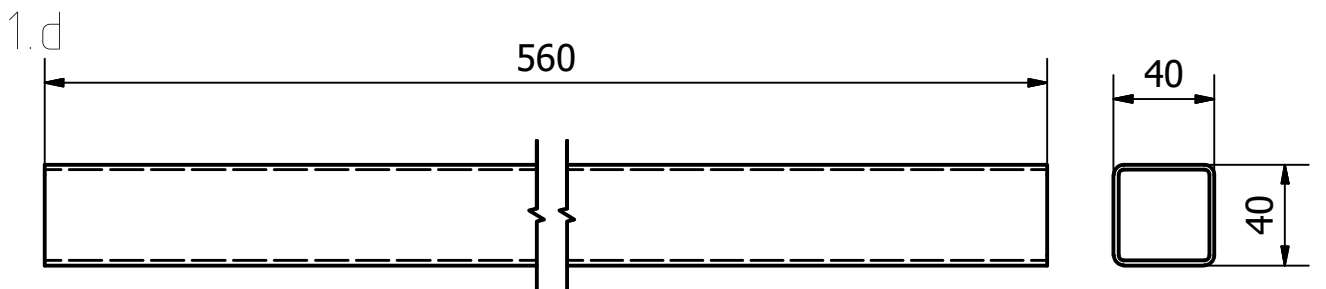
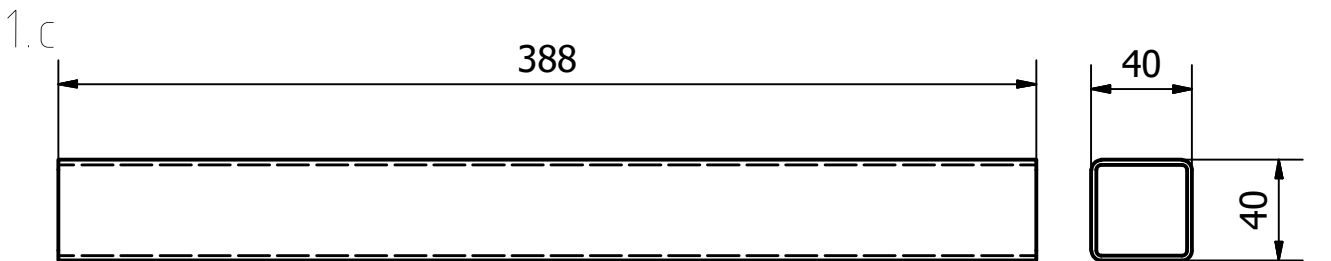
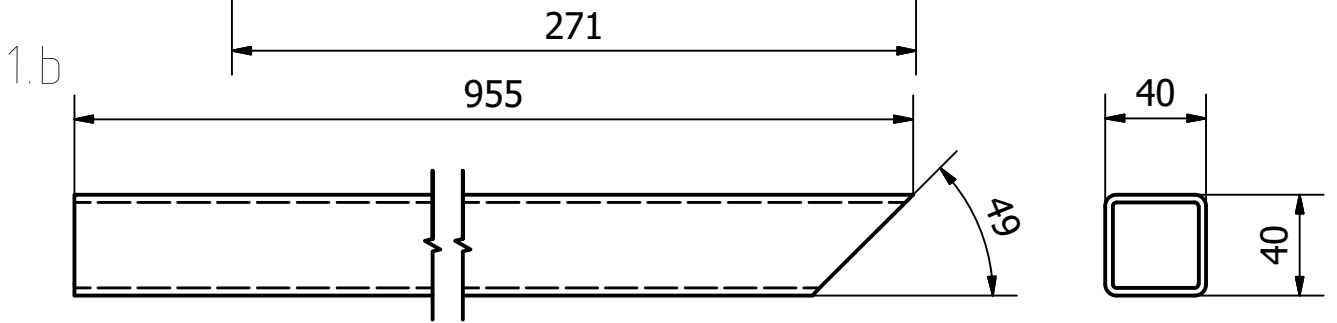
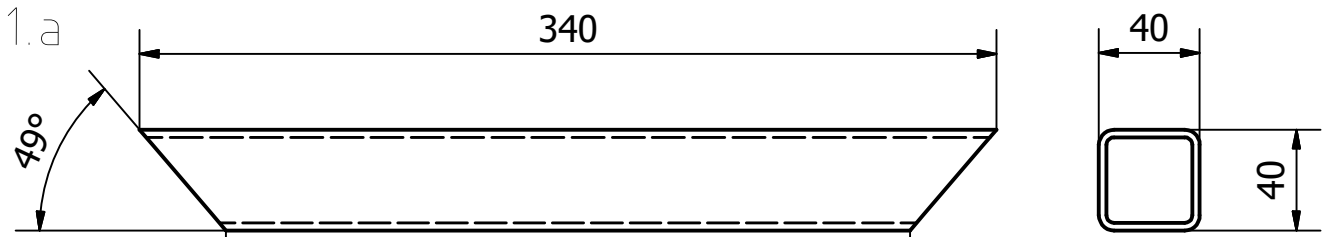


		1	Bagian 6	1.f	Baja Karbon Rendah	40 x 40 x 2		
		1	Bagian 5	1.e	Baja Karbon Rendah	40 x 40 x 2		
		2	Bagian 4	1.d	Baja Karbon Rendah	40 x 40 x 2		
		2	Bagian 3	1.c	Baja Karbon Rendah	40 x 40 x 2		
		4	Bagian 2	1.b	Baja Karbon Rendah	40 x 40 x 2		
		2	Bagian 1	1.a	Baja Karbon Rendah	40 x 40 x 2		
		Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.	
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan	
			a	d	g	j		
			b	e	h	k		
Rangka						Skala 1 : 5	Peganti dari	
							Diganti Dengan	
							Digambar	26.05.18
POLMAN NEGERI BABEL						Diperiksa		
							Dilihat	
						Gbr.PA/2018		

6 1 5 1 4 3 1 2 1 1

N8

1 Tol.Sedang



Rangka

Skala

1 : 5

Digambar

16.04.18

Ika Fs

Diperiksa

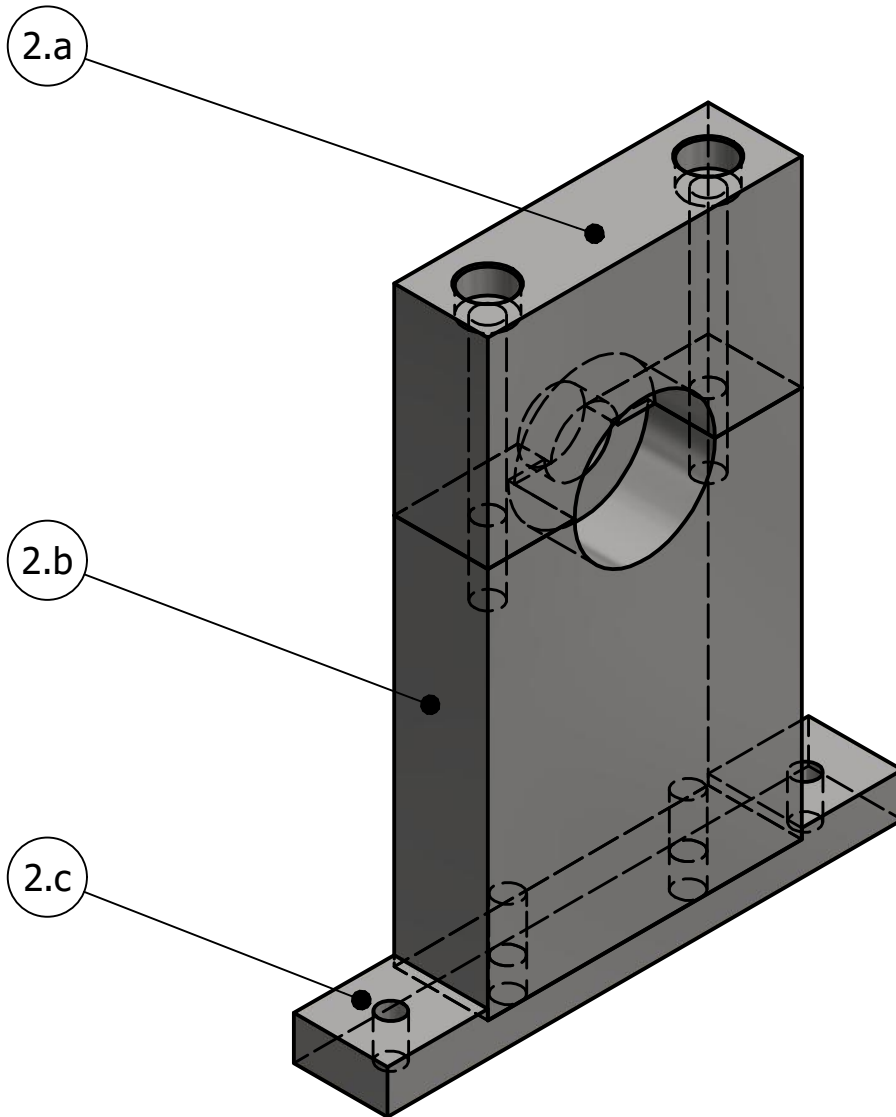
Dilihat

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

Gbr.PA/2018

N8

2 Tol.Sedang

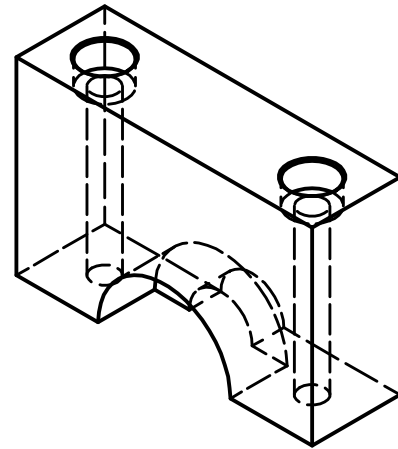
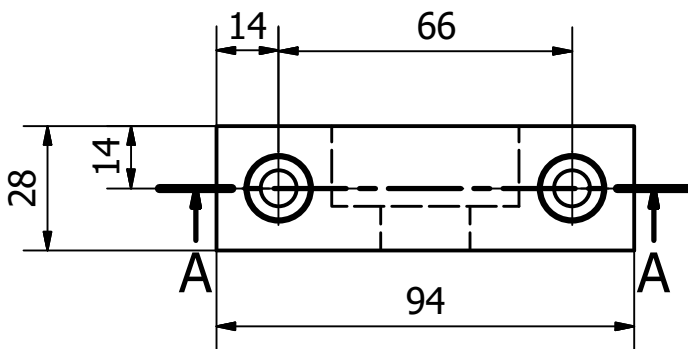
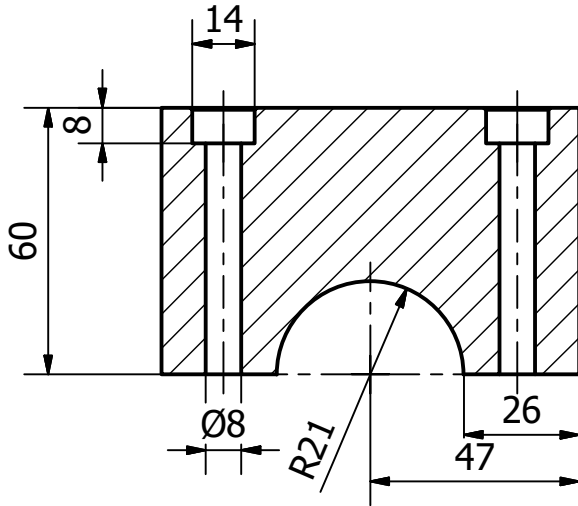


		2	Rumah Bearing 3	2.c	St.37	154x28x13		
		2	Rumah Bearing 2	2.b	St.37	117x94x28		
		2	Rumah Bearing 1	2.a	St.37	60x94x28		
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan	
			a	d	g	j	Peganti dari	
			b	e	h	k	Diganti Dengan	
Pillow Block					Skala 1 : 2	Digambar	24.06.18	Ika Fs
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL					Gbr.PA/2018			

N8/

2.a Tol.Sedang

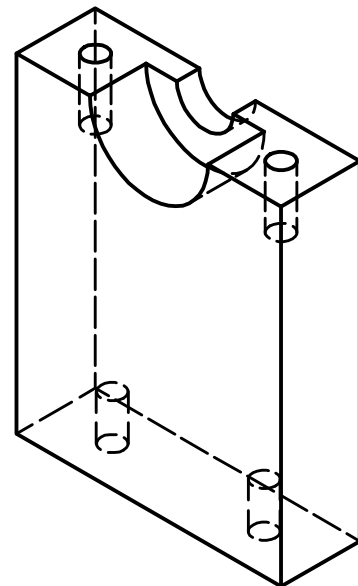
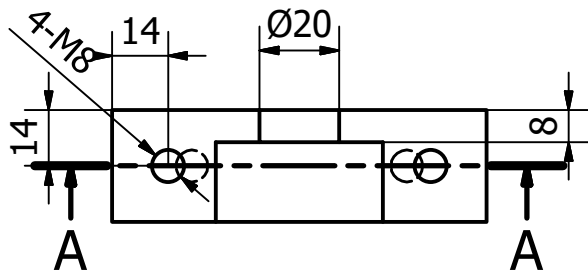
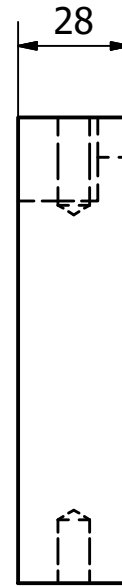
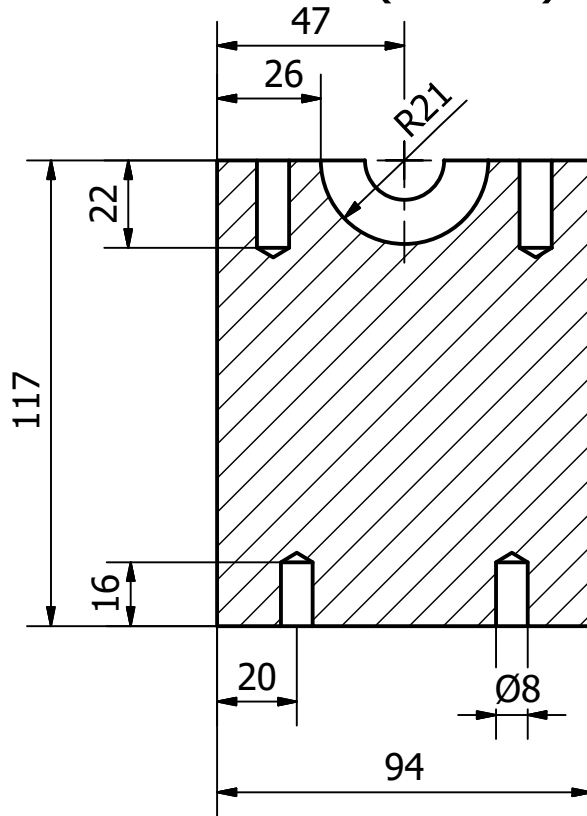
A-A (1 : 2)



		2	Rumah Bearing	2.a	St.37	60x94x28		
Jumlah	Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.	
III	II	I	Perubahan	Pemesanan			Peganti dari	
			a	c	f	i	Diganti Dengan	
			b	d	g	j		
				e	h	k		
Media Pembelajaran Pengujian					Skala	Digambar	24.06.18	Ika Fs
Balancing pada Rotor						1 : 2	Diperiksa	
POLMAN NEGERI BABEL						Dilihat		
					Gbr.PA/2018			

N8/

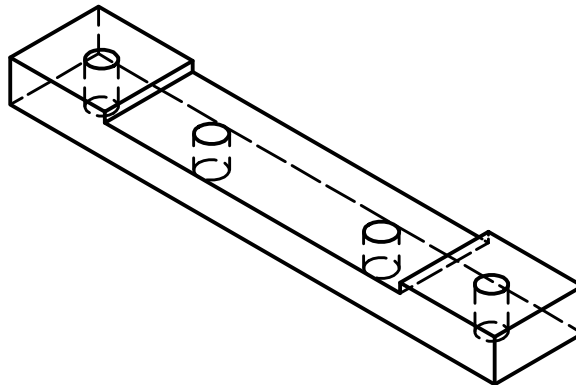
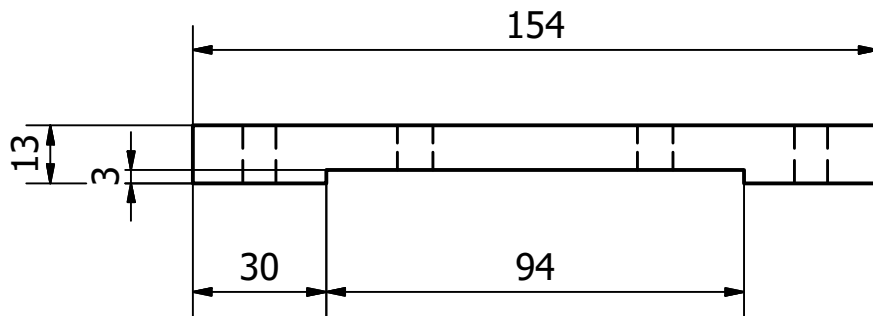
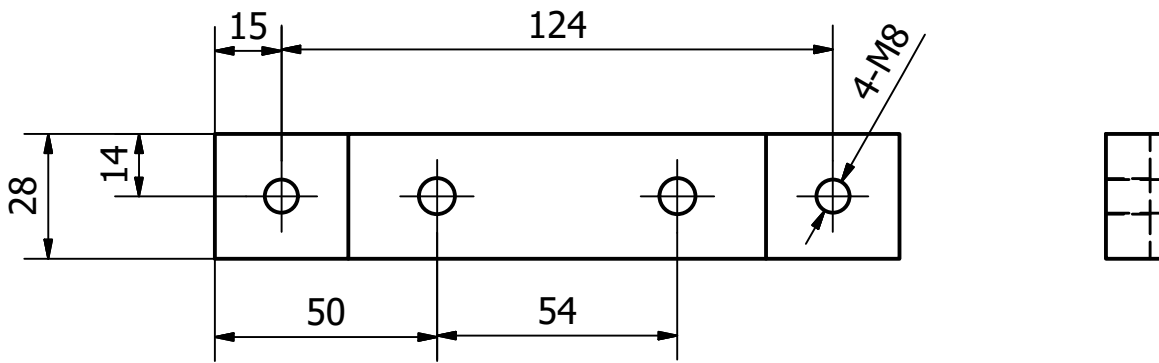
2.b Tol.Sedang A-A (1 : 2)



		2	Rumah Bearing			2.b	St.37	117x94x28		
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.	
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Peganti dari	
			a	d	g	j			Diganti Dengan	
			b	e	h	k			Digambar	
Media Pembelajaran Pengujian							Skala	24.06.18	Ika Fs	
Balancing pada Rotor								1 : 2		
POLMAN NEGERI BABEL										
								Gbr.PA/2018		

N8

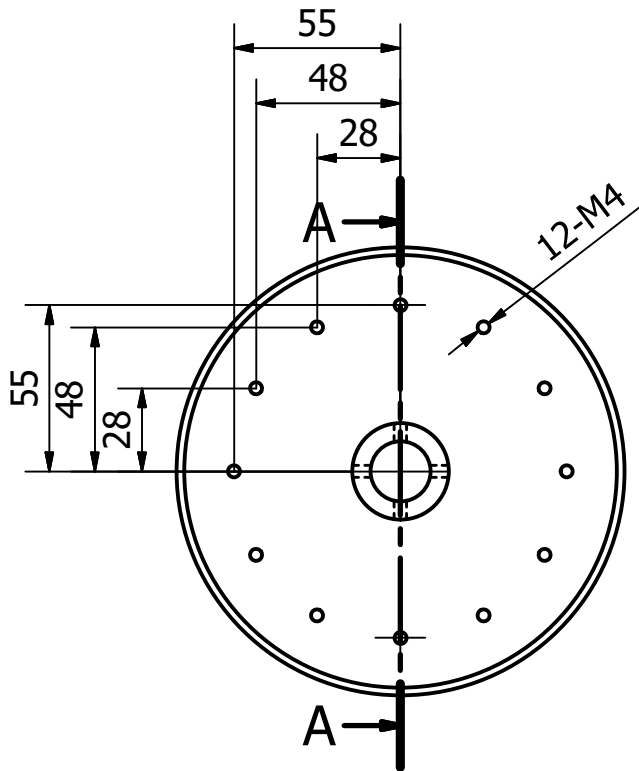
2.c Tol.Sedang



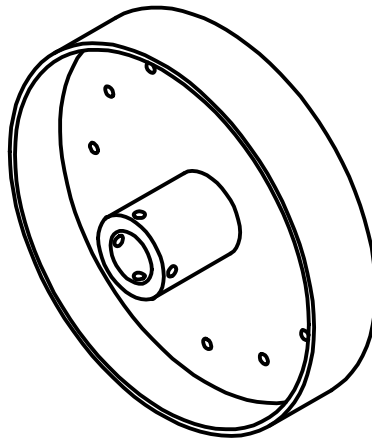
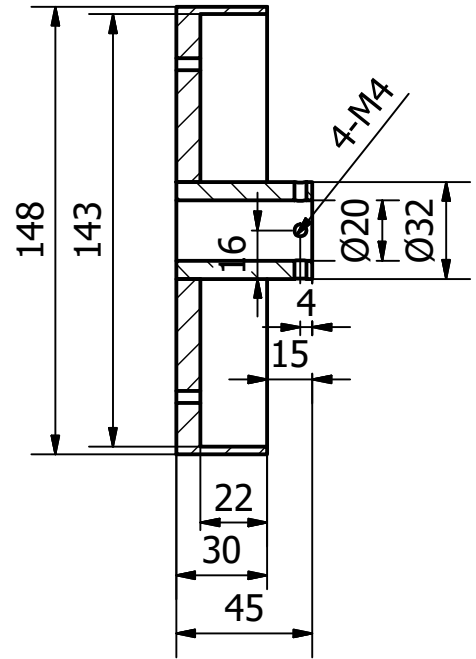
		2	Rumah Bearing	2.c	St.37	154x28x13			
Jumlah	Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.		
III	II	I	Perubahan	Pemesanan			Peganti dari		
			a	c	f	i	Diganti Dengan		
			b	d	g	j			
				e	h	k			
Media Pembelajaran Pengujian						Skala	Digambar	24.06.18	Ika Fs
Balancing pada Rotor							1 : 2	Diperiksa	
								Dilihat	
POLMAN NEGERI BABEL						Gbr.PA/2018			

N8

3 Tol.Sedang



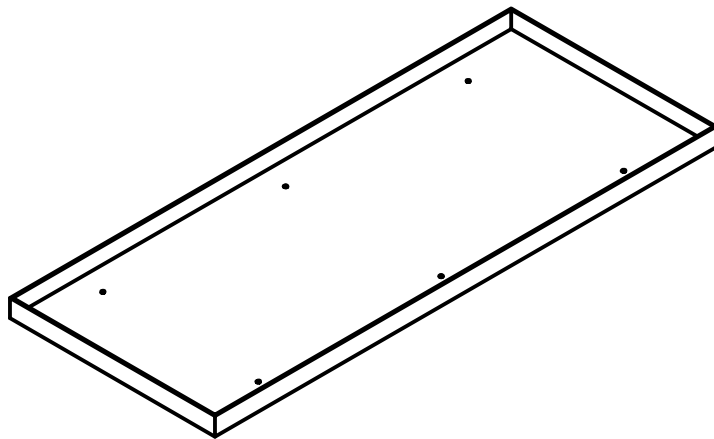
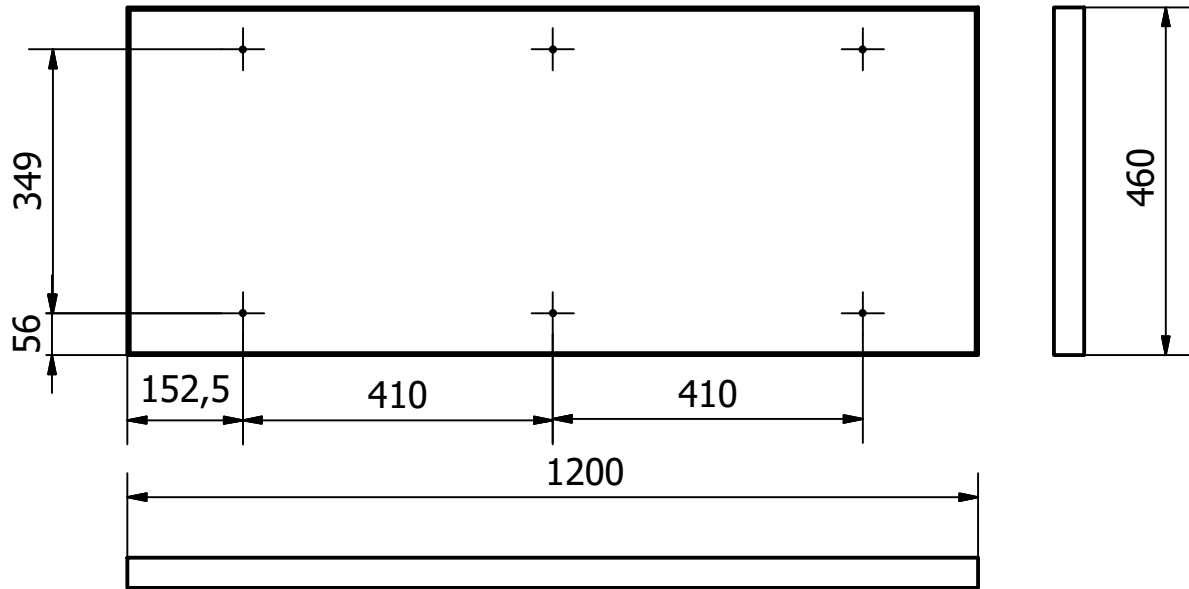
A-A (1 : 2.5)



		1	Bandul			3	Alumunium	Ø148x30xØ20			
Jumlah		Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.	
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Peganti dari		
			a	d	g	j			Diganti Dengan		
			b	e	h	k			Digambar	24.06.18	
Media Pembelajaran Pengujian							Skala			Ika Fs	
Balancing pada Rotor								1 : 2	Diperiksa		
POLMAN NEGERI BABEL								Dilihat			
									Gbr.PA/2018		

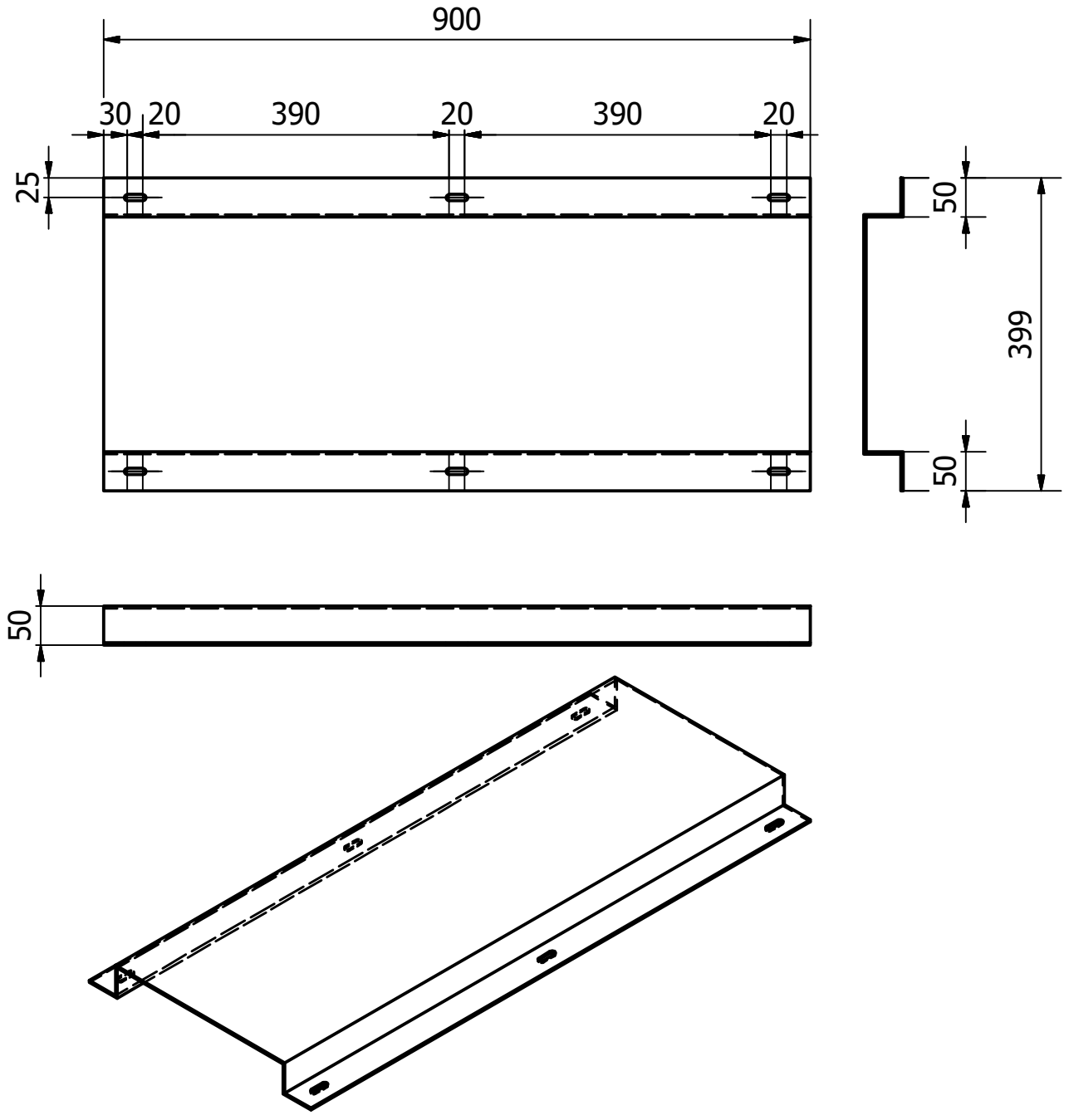
N8

4 Tol.Sedang

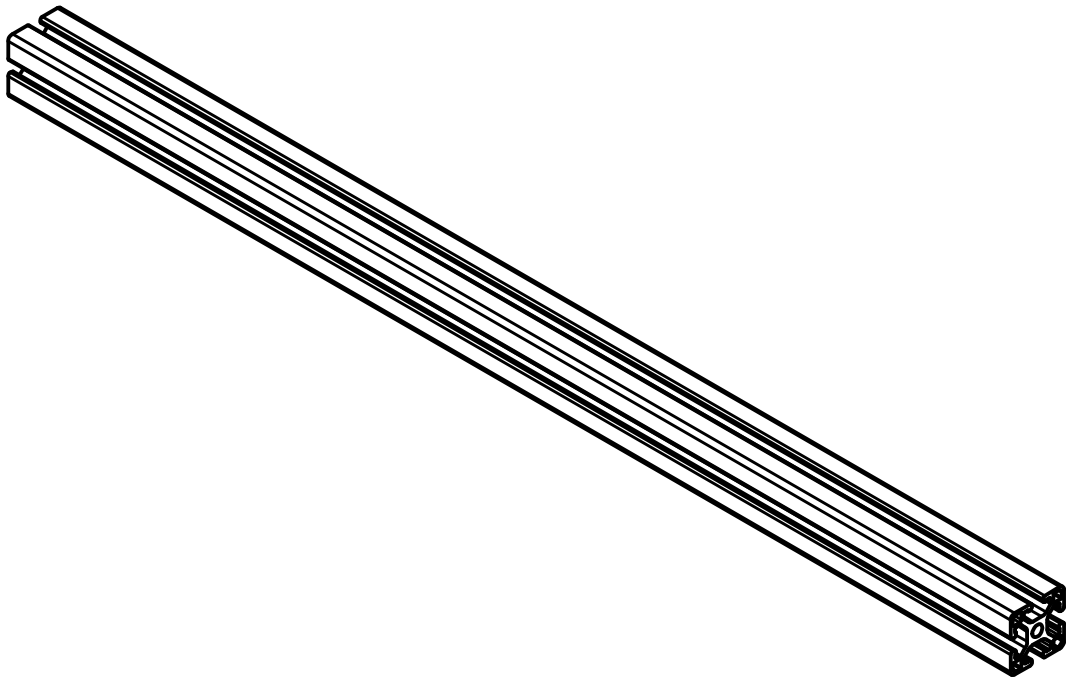
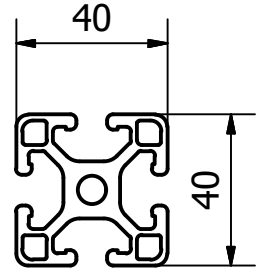
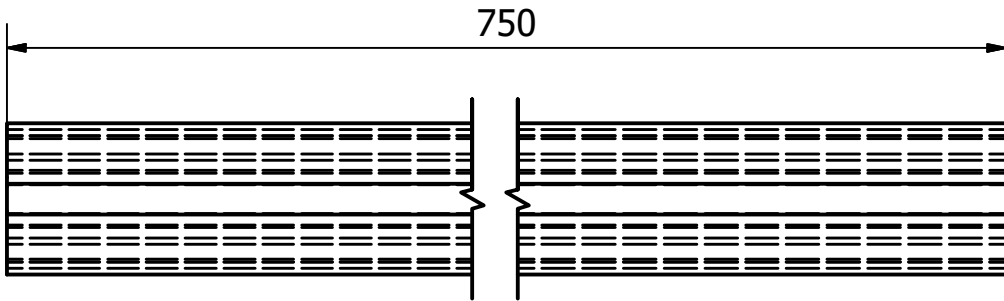


		2	Dudukan Alat 1						4	St.37	1200x460x40		
Jumlah			Nama Bagian						No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket
III	II	I	Perubahan	c		f		i	Pemesanan			Peganti dari	
			a	d		g		j				Diganti dengan	
			b	e		h		k					
Media Pembelajaran Pengujian									Skala	Digambar	16.06.18	Ika Fs	
Balancing pada Rotor										1 : 10	Diperiksa		
										Dilihat			
POLMAN NEGERI BABEL									Gbr.PA/2018				

5 Tol.Sedang

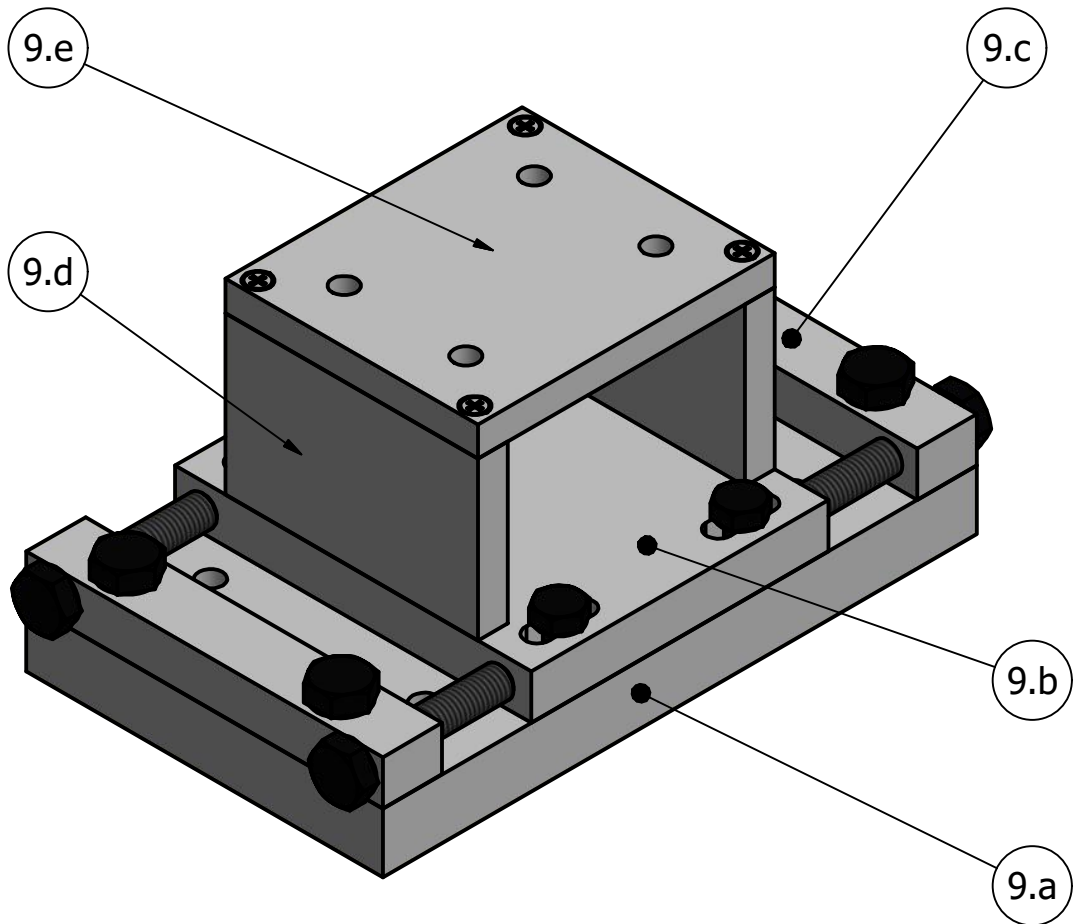


		1	Dudukan Alat 1				5	St.37	900x399x50		
Jumlah			Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Peganti dari		
			a	d	g	j			Diganti dengan		
			b	e	h	k					
Media Pembelajaran Pengujian							Skala	Digambar	16.06.18	Ika Fs	
Balancing pada Rotor								1 : 10	Diperiksa		
									Dilihat		
POLMAN NEGERI BABEL							Gbr.PA/2018				



		2	Alumunium Profil						8	Alumunium	40x40x750		
Jumlah			Nama Bagian						No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.
III	II	I	Perubahan	c		f		i	Pemesanan			Peganti dan Diganti Dengan	
			a	d		g		j					
			b	e		h		k					
Media Pembelajaran Pengujian Balancing pada Rotor									Skala 1 : 2	Digambar	24.06.18	Ika Fs	
										Diperiksa			
										Dilihat			
POLMAN NEGERI BABEL									Gbr.PA/2018				

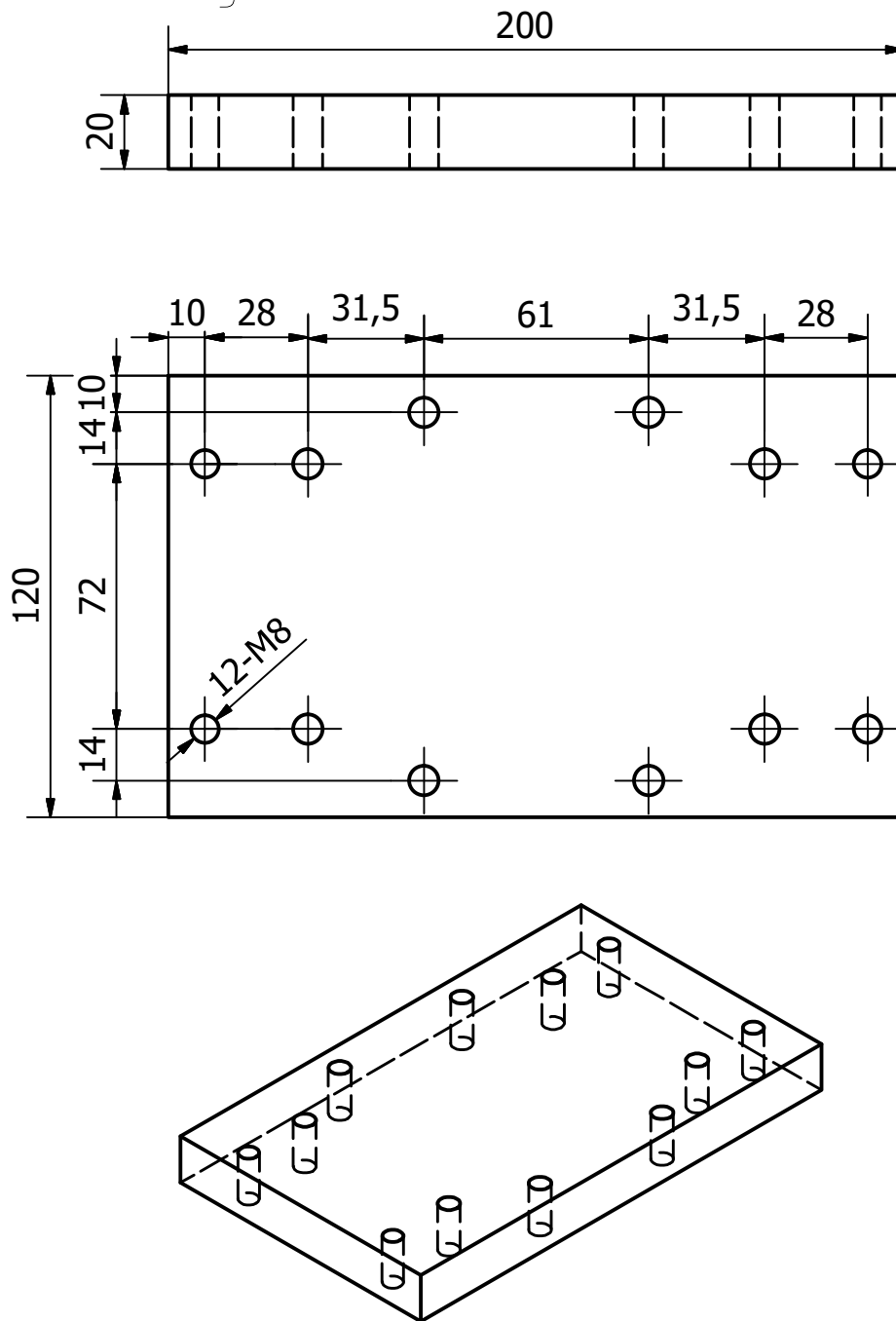
9 Tol.Sedang



		1	Bagian 5				9.e	St.37	85x53x10		
		2	Bagian 4				9.d	St.37	100x85x10		
		2	Bagian 3				9.c	St.37	120x20x15		
		1	Bagian 2				9.b	St.37	100x120x15		
		1	Bagian 1				9.a	St.37	200x120x20		
Jumlah		Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket	
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Peganti dari		
			a	d	g	j			Diganti dengan		
			b	e	h	k					
Media Pembelajaran Pengujian							Skala 1 : 2	Digambar	16.06.18	Ika Fs	
Balancing pada Rotor								Diperiksa			
								Dilihat			
POLMAN NEGERI BABEL							Gbr.PA/2018				

N8

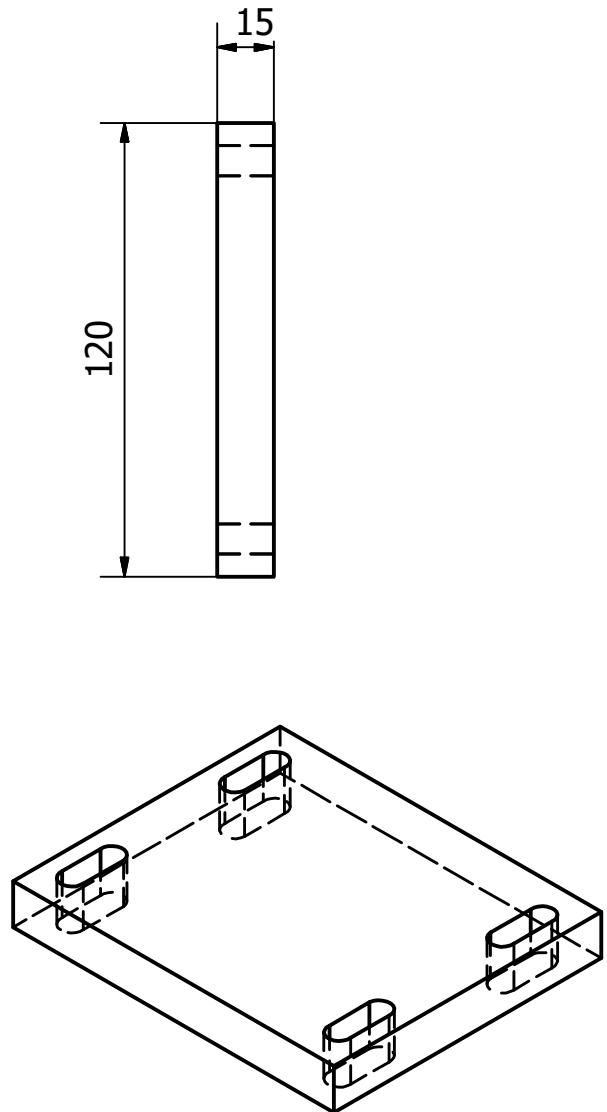
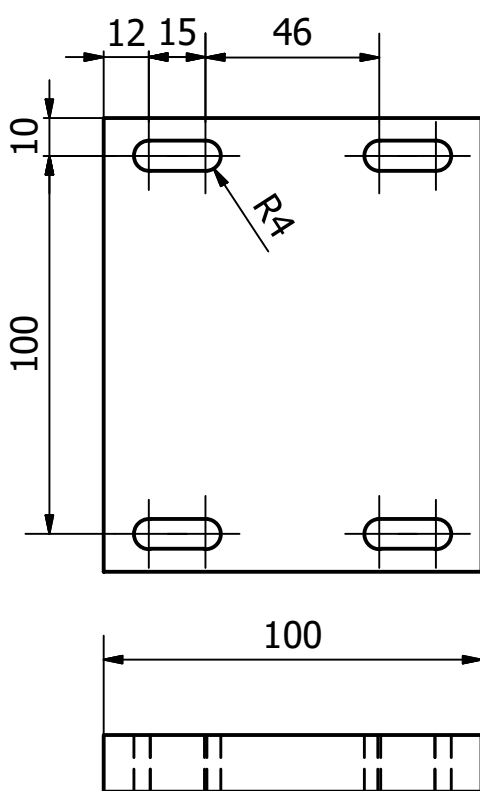
9.a Tol. Sedang



		1	Dudukan Motor	9.a	St.37	200x120x20		
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan	Pemesanan		Peganti dari		
			a	c	f	i		
			b	d	g	j		
				e	h	k		
Media Pembelajaran Pengujian					Skala	Digambar	16.06.18	Ika Fs
Balancing pada Rotor						1 : 2	Diperiksa	
POLMAN NEGERI BABEL							Dilihat	
					Gbr.PA/2018			

N8/

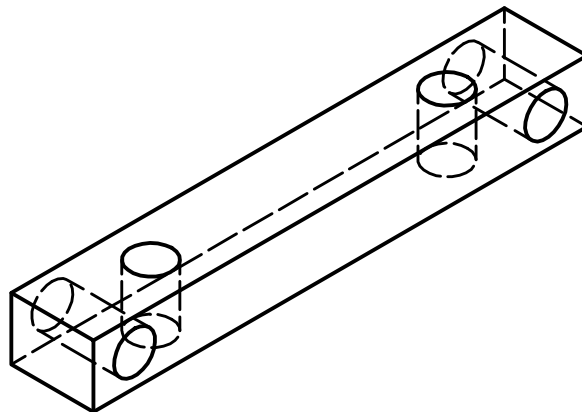
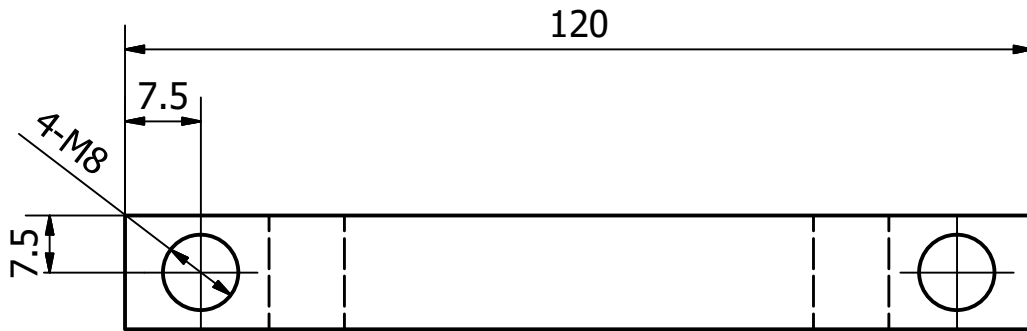
9.b Tol.Sedang



		1	Dudukan Motor	9.b	St.37	100x120x15	
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket
III	II	I	Perubahan	Pemesanan			Peganti dari
			a				Diganti dengan
			b				
			c				Digambar
			d				16.06.18
			e				Ika Fs
			f				
			g				
			h				
			i				
			j				
			k				
Media Pembelajaran Pengujian					Skala 1 : 2		
Balancing pada Rotor							
POLMAN NEGERI BABEL						Gbr.PA/2018	

N8

9.c Tol.Sedang

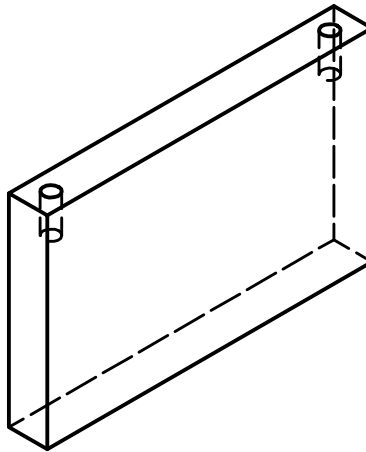
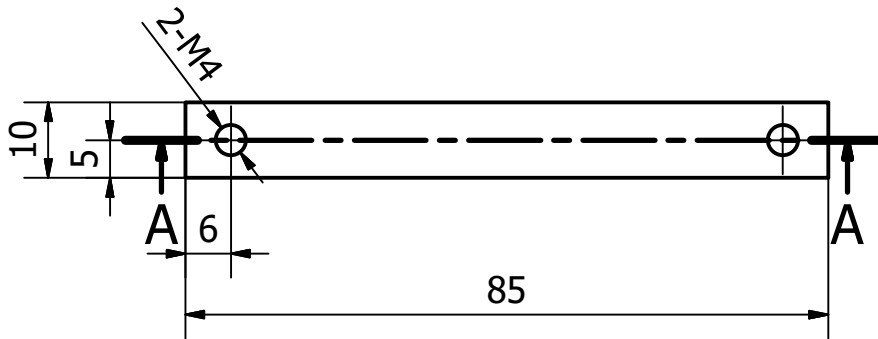
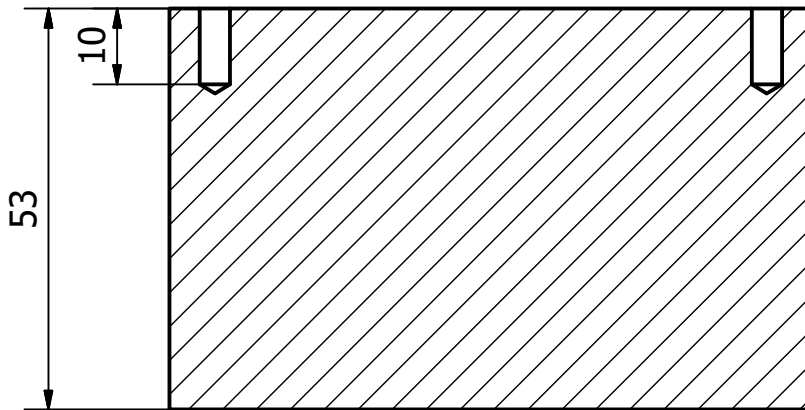


		2	Dudukan Motor				9.c	St.37	120x20x15		
Jumlah			Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Peganti dari Diganti dengan		
			a	d	g	j					
			b	e	h	k					
Media Pembelajaran Pengujian Balancing pada Rotor							Skala 1 : 2	Digambar	16.06.18	Ika Fs	
POLMAN NEGERI BABEL							Gbr.PA/2018				

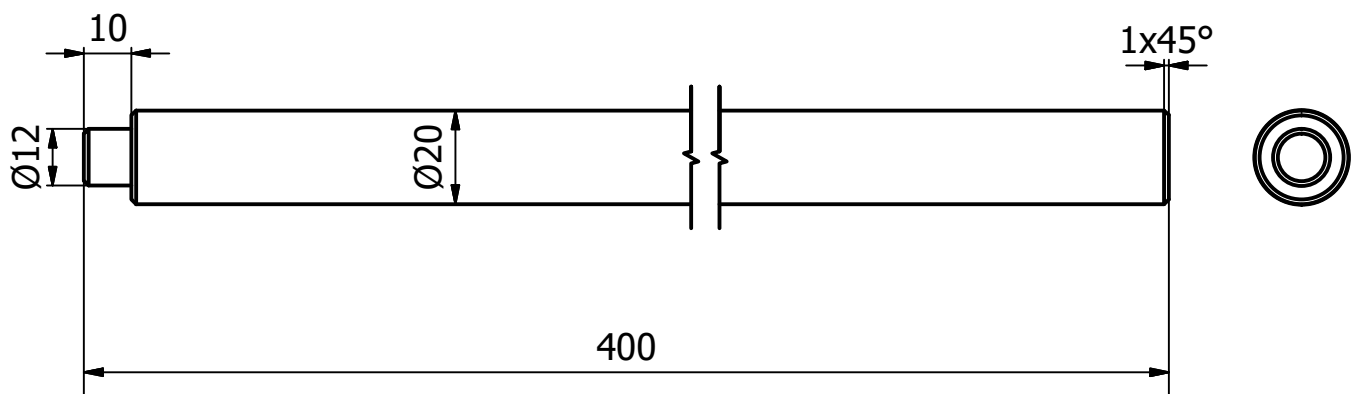
N8/

9.e Tol.Sedang

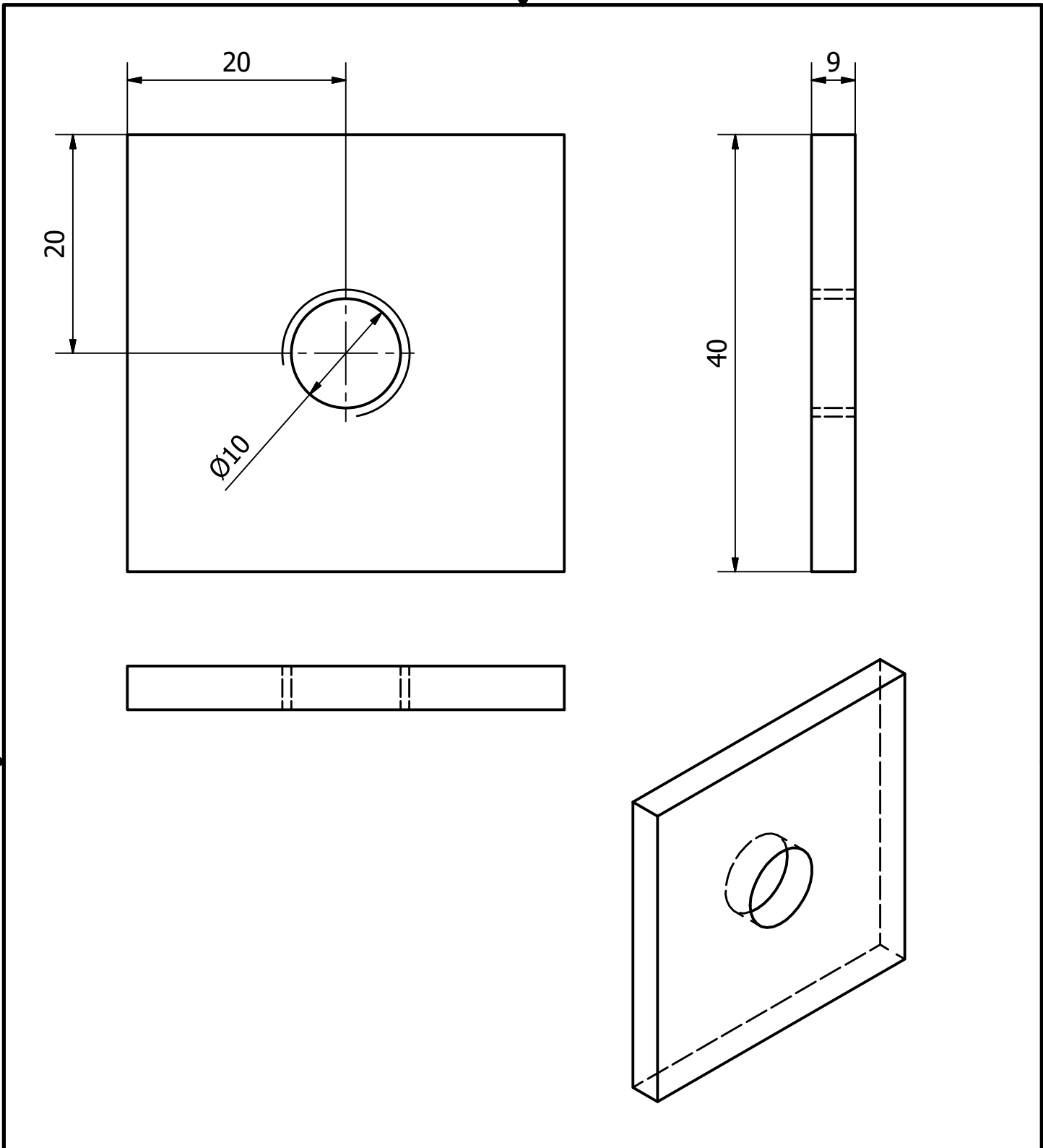
A-A (1 : 1)



		2	Dudukan Motor				9.e	St.37	85x53x10		
Jumlah			Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket
III	II	I	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Peganti dari		
			a	d	g	j			Diganti dengan		
			b	e	h	k			Digambar	16.06.18	
Media Pembelajaran Pengujian							Skala				
Balancing pada Rotor								1 : 1	Diperiksa		
POLMAN NEGERI BABEL								Dilihat			
									Gbr.PA/2018		



		1	Poros						18	Stainless steel	$\text{Ø}20 \times 400$		
Jumlah			Nama Bagian						No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.
III	II	I	Perubahan	c		f		i	Pemesanan			Peganti dari	
			a	d		g		j					
			b	e		h		k					
			Media Pembelajaran Pengujian						Skala	Digambar	24.06.18	lka Fs	
			Balancing pada Rotor							1 : 2	Diperiksa		
											Dilihat		
			POLMAN NEGERI BABEL						Gbr.PA/2018				



		4	Base Adjuster				20	St.37	Ø10x40x9		
Jumlah			Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.
III	II	I	Perubahan				Pemesanan		Peganti dari		
									Diganti Dengan		
			Media Pembelajaran Pengujian Balancing pada Rotor				Skala 1 : 2	Digambar	24.06.18	Ika Fs	
								Diperiksa			
								Dilihat			
POLMAN NEGERI BABEL							Gbr.PA/2018				

LAMPIRAN 7
(Foto Alat / Mesin)



