



**RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI *BEARING* UNTUK
MENGETAHUI NILAI *ROLLING RESISTANCE* PADA MOBIL
LISTRIK (BAGIAN STATIS)**

PROYEK AKHIR

Oleh

Winagil Catur Arief Basmallah

NIM 141903101048

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**RANCANG BANGUN ALAT PENGUJIAN *BEARING* UNTUK
MENGETAHUI NILAI *ROLLING RESISTANCE* PADA MOBIL
LISTRIK (BAGIAN STATIS)**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (DIII)
dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh

Winagil Catur Arief Basmallah

NIM 141903101048

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Pertolongan-Nya kepada siapapun yang senantiasa mau berikhtiar dan bertawakal.
2. Ibunda Jumainah dan Ayahanda Mochammad Mochtar tercinta, terima kasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, nasehat dan air mata yang menetes dalam setiap untaian do'a yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan dan keberhasilan penulis;
3. Guru-guru sejak TK hingga SMK, dosen, dan seluruh civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
4. Dulur-dulur Teknik Mesin DIII dan S1 angkatan 2014 yang telah memberikan do'a, dukungan, kontribusi, ide dan kritikan;
5. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

MOTTO

Not everything that counts can be counted
And not everything that's counted truly counts

(Albert Einstein)

Ilmu itu diperoleh dari lidah yang gemar bertanya serta akal yang suka berfikir.

(Abdullah bin Abbas)*)

“Solidarity Forever”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Winagil Catur Arief Basmallah

NIM : 141903101048

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengujian *Bearing* Untuk Mengetahui Nilai *Rolling Resistance* Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2017

Yang menyatakan,

Nama : Winagil Catur Arief
Basmallah

NIM :141903101048

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUJIAN *BEARING* UNTUK
MENGETAHUI NILAI *ROLLING RESISTANCE* PADA MOBIL
LISTRIK (BAGIAN STATIS)**

Oleh

Winagil Catur Arief Basmallah
NIM 141903101048

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Sumardji, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Proyek akhir berjudul “Rancang Bangun Alat Pengujian *Bearing* Untuk Mengetahui Nilai *Rolling Resistance* Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing

Pembimbing I,

Ahmad Adib Rosyadi, S.T.,
M.T.
NIP 198110292008121003

Pembimbing II,

Sumardji, S.T., M.T.
NIP 197003101997021001

Penguji

Penguji I,

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T
NIP 196008121998021001

Penguji II,

R. Koekoeh KW, S.T., M.T.
NIP 196707081994121001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun Alat Pengujian *Bearing* Untuk Mengetahui Nilai *Rolling Resistance* Pada Mobil Listrik (Bagian Statis); Winagil Catur Arief Basmallah, 141903101048; 2018; halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Saat ini perkembangan teknologi jelas terlihat pada bidang industri, dimana pada umumnya suatu industri akan berupaya menghasilkan produk dalam jumlah yang besar sehingga mampu memenuhi kebutuhan konsumen. Dampak kemajuan teknologi industri telah banyak kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari, baik itu di rumah tangga, di pasaran maupun di sekitar kita, yang mana telah dipenuhi oleh hasil kemajuan dibidang teknologi dan tentunya ini dibuat demi kebutuhan manusia.

Terdesak oleh kebutuhan-kebutuhan tersebut manusia berusaha untuk menciptakan alat bantu yang berguna untuk memproduksi barang-barang tersebut dalam jumlah besar dan biaya produksi cukup rendah. Salah satu contoh pada saat pengujian gaya *rolling resistance* pada *bearing*. pada saat pengujian gaya *rolling resistance* pada *bearing* tersebut bisa dilakukan dengan beberapa kali proses dengan membandingkan jenis *bearing* mana yang memiliki gaya *rolling resistance* paling kecil sehingga dapat memaksimalkan putaran yang di inginkan tanpa tehalang oleh gaya *rolling resistance* yang di timbulkan oleh *bearing* itu sendiri.

Alat penguji *rolling resistance* pada *bearing* dirancang dan di buat dengan menggunakan ulir sebagai penekannya. Prinsip kerja dari Alat penguji *rolling resistance* pada *bearing* yaitu yang pertama pastikan *bearing* yang di uji sudah terpasang pada alat penguji *rolling resistance* pada *bearing* lalu hidupkan mesin uji, setelah alat uji dihidupkan atur RPM sesuai dengan kebutuhan dengan bantuan tacho meter, setelah selesai mengatur RPM lalu putar tuas penekan sampai beban tertntentu denggan menggunakan bantuan load cell dan timbangan elektronik, setelah selesai

menyeting alat baru dilakukan pengujian pada bearing yang dilakukan selama satu menit dan di lakukan beberapa kali prorese percobaan sehingga dapat menghasilkan data gaya *rolling resistance* pada *bearing* seakurat mungkin, sehingga meminimalisir terjadinya data yang kurang akurat.

Rangka alat penguji *rolling resistance* pada *bearing* memiliki dimensi dengan lebar 300 mm dan tinggi 600 mm. Bahan rangka UNP ukuran 50mm x 38mm x 5mm x 6mm. Pengelasan pada rangka menggunakan elektroda jenis AWS E 6013 diameter 2 mm. Elektroda jenis ini digunakan untuk semua pengelasan. Baut dan mur menggunakan jenisulir metris kasar M6 dan M16 dengan bahan baut dan mur adalah baja liat dengan karbon 0,2°C.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengujian *Bearing* Untuk Mengetahui Nilai *Rolling Resistance* Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)”. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga (DIII) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

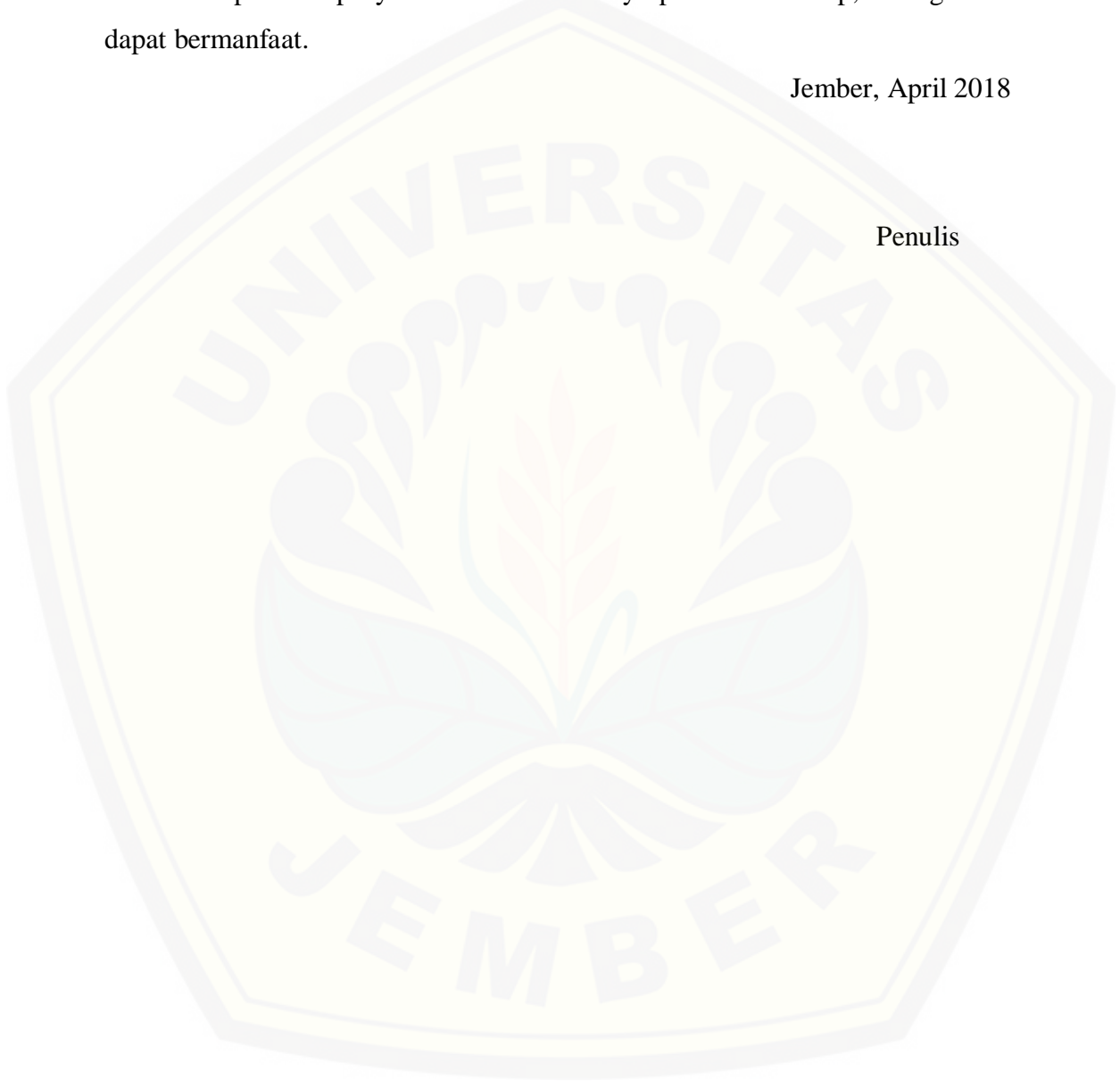
1. Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini untuk menuntaskan pendidikan di jurusan Teknik Mesin program studi D-3 ini;
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin Hari Arbiantara B., S.T., M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
4. Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Sumardji, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan proyek akhir ini sehingga dapat terlaksana dengan baik;
5. Ir. Dwi Djumhariano., M.T. selaku Dosen Penguji I dan R. Koekoeh K.W, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya;
6. Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah;

7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, saran dan kritik kepada penulis;
8. Ibunda Jumainah dan Ayahanda Mochammad Mochtar yang telah memberikan segalanya kepada penulis;
9. Para sahabat Rico Tri Prasetyo (Ricoco), Iwan (Sulung), Nur Azizah (Chece), M. Lutfi Nikol, M. Faisol, Rizqi Abdus Syatar, Adi Prakarsa Kurniawan, Dimas Lintang Aji (Cakil), Ade Kurniawan (Omes), M. Riski Budianto, Dodik Darmawan, Alex Tresa Elsyamba (Younglex), Gilang Akbar Nandiansyah, Ahmad Syaihuiddin Hasyim (Cigen), Alfian Istarsada (Sengkuni), Dyah Yulia Ari Rahman (Gondes), Joni Anggianto, M. Ainul Fikri (Fixtaxi), Ryand Eka Pratama(Mbah Regeae), Irvanta Septian (Cak Ir), Agung Cahyo Raharjo(bapak jagung), M. Ghuvair Ubaidillah (irus), Oly Budi Arjun, Mahendra Bagaskara, Jihan Zeinyuta Rosafira, Ahmad Rizal Fatoni (Didik), Bagus Nugroho (Dota), Hendrik Satria Budi (Kuno), Dwika Bagas Darmawan, Reza Eka Nurzain, M. Hilmi Aziz (Don Plong), Rezkha Wahyu Santoso (Lemot), Fachnur Zainul Mustawan, Atlanta Iwandana (Gendos), Radinal Raka, Shinta Arisanthi Dewi, Dendit Agus Dwi Rinata, Fajrul Falah (Koran), Zein (Tokai), Yufi Setyo Pambudi, M. Ali Maksum.
10. Teman-temanku seperjuangan DIII dan S1Teknik Mesin 2014 yang selalu memberi dukungan dan saran kepada penulis;
11. Dani Arief Bahtiar Tri Setiaji yang selalu memberikan semangat dengan sabar serta memberikan dorongan moriil dan materiil selama penyusunan laporan Proyek Akhir ini;
12. Fitria Nurhayati yang senantiasa sabar memberikan dorongan moriil dan semangat selama penyusunan laporan Proyek Akhir ini;
13. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demikesempurnaan proyek akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, April 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Rolling Resistance.....	4
2.2 Gaya Radial.....	6
2.3 Gaya Aksial.....	6
2.4 Perancangan Kerangka.....	7

2.5 Perancangan Kolom	14
2.6 Bahan Kolom dan Rangka	14
2.7 Pemilihan Bahan Kolom dan Rangka	16
2.8 Perancangan Pengalasan	17
2.9 Pemilihan Baut dan Mur	20
2.10 Proses Manufaktur	25
2.11 Proses Permesinan	28
BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN	30
3.1 Alat dan Bahan	30
3.1.1 Alat.....	30
3.1.2 Bahan.....	30
3.2 Waktu dan Tempat	30
3.2.1 Waktu.....	30
3.2.2 Tempat.....	31
3.3 Metode Penelitian	31
3.3.1 Studi Literatur.....	31
3.3.2 Studi Lapangan.....	31
3.3.3 Konsultasi.....	31
3.4 Metode Pelaksanaan	31
3.4.1 Pencarian Data.....	31
3.4.2 Studi Pustaka.....	31
3.4.3 Perencanaan dan Perancangan.....	32
3.4.4 Proses Manufaktur.....	32
3.4.5 Proses Perakitan.....	32
3.4.6 Pengujian Rangka dan Alat.....	33
3.4.7 Penyempurnaan Alat.....	33
3.4.8 Pembuatan Laporan.....	33
3.5 Diagram Alur	34

3.6 Desain Gambar	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	36
4.1.1 Cara Kerja Alat	37
4.2 Analisa Hasil Perancangan dan PerhitunganRangka.....	39
4.3 Hasil Perancangan Kolom	40
4.4 Hasil Perancangan Las	40
4.5 Hasil Perancangan Baut dan Mur.....	40
4.6 Hasil Manufaktur.....	41
4.6.1 Pemotongan.....	41
4.6.2 Pengeboran.....	42
4.6.3 Pengelasan.....	42
4.6.4 Perakitan	42
4.7 Hasil Pengujian Rangka.....	43
4.7.1 Prosedur Pengujian Rangka, Baut, Mur dan Las	43
4.8 Hasil pengujian <i>rolling resistance</i> pada <i>bearing</i>	45
BAB 5. PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	
A. LAMPIRAN PERHITUNGAN.....	49
B. LAMPIRAN TABEL.....	72
C. LAMPIRAN GAMBAR.....	86
SOP (Standart Operating Procedures)	89
TeknikPerawatan	93

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Perhitungan Inersia Profil UNP.....	12
Tabel 2.2 Macam-macam bahan kolom dan rangka	14
Tabel 2.3 Kekuatan Bahan	15
Tabel 2.4 Macam-macam bahan kolom dan rangka	16
Tabel 2.5 Kekuatan Bahan	17
Tabel 4.1 Hasil pengujian rangka, sambungan las, baut dan mur secara visual tanpa ada beban.....	44
Tabel 4.2 Hasil pengujian rangka, sambungan las, baut dan mur secara visual dengan ada beban.....	44
Tabel 4.2 Hasil pengujian gaya <i>rolling resistance</i> pada <i>bearing</i> tanpa beban (gaya rugi)	45
Tabel 4.2 Hasil pengujian gaya <i>rolling resistance</i> pada <i>bearing</i>	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Statis Tertentu	7
Gambar 2.2 Analisis gaya batang beban terpusat.....	8
Gambar 2.3 Potongan I bidang geser	9
Gambar 2.4 Potongan II bidang geser.....	9
Gambar 2.5 Potongan I bidang momen	9
Gambar 2.6 Potongan II bidang momen	10
Gambar 2.7 Diagram bidang geser dan bidang momen.....	11
Gambar 2.8 Tegangan lentur	12
Gambar 2.9 Profil UNP.....	14
Gambar 2.10 Bentuk penampang lasan.....	18
Gambar 2.11 Profil Ulir Pengikat.....	20
Gambar 2.12 Jenis-jenis jalur ulir.....	20
Gambar 2.13 Ulir kanan dan ulir kiri.....	21
Gambar 2.14 Ulir standart.....	21
Gambar 2.15 Jenis-jenis baut pengikat	21
Gambar 2.16 Mistar baja.....	24
Gambar 2.17 Penggores	25
Gambar 2.18 Penitik	25
Gambar 2.19 Gergaji tangan	26
Gambar 2.20 Gerinda.....	26
Gambar 2.23 Toolset.....	26
Gambar 2.24 Gerinda Duduk	28
Gambar 3.1 Diagram Alur perancangan dan pembuatan alat pengujian <i>bearing</i> untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik	34

Gambar 4.1 Gambar Alat Pengujian *rolling resistance* pada *bearings* 36
Gambar 4.2 Rangka alat penguji *rolling resistance* pada bearing..... 39



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rolling Resistance adalah tahanan terhadap roda yang akan dan telah menggelinding akibat adanya gaya gesekan antara roda dengan permukaan jalannya roda. Nilai *rolling resistance* dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya : transmisi, bantalan (*bearing*), roda dan ban.

Untuk mengetahui nilai *rolling resistance* yang baik pada sebuah *bearing* maka dibuatlah alat Pengujian *Bearing* untuk mengetahui nilai-nilai *rolling resistancenya*. Alat ini di desain sedemikian rupa agar dalam pengambilan data dapat maksimal. Adapun dalam pembuatan alat uji tersebut memerlukan bagian-bagian statis, bagian statis ini yang nantinya menopang bagian-bagian dinamisnya seperti motor listrik 1 kw, poros, *bearing* yang di uji, dan lain sebagainya. Di bagian statis yang dimaksud adalah rangka alat pengujian, sambungan las, perencanaan mur dan baut, rumah *bearing* penopang poros, dan lain sebagainya. Rangka merupakan salah satu bagian statis yang memiliki peran penting dalam pengoperasian alat uji tersebut. Secara umum pengertian rangka adalah sebagai pondasi yang menyangga semua komponen-komponen yang bergerak (dinamis) maupun yang tak bergerak (statis) dalam alat uji tersebut.

Pada suatu peralatan atau mesin dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun linear. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini akan dapat menurunkan efisiensi pada mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai dampak lainnya. Elemen mesin yang dapat mengurangi atau meminimalkan gesekan tersebut adalah *bearing* atau bantalan. *Bearing* (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan memiliki usia penggunaan yang panjang. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang penulis angkat dalam pengerjaan Rancang Bangun Alat Pengujian Bantalan ini adalah sebagai berikut

1. Perencanaan Rangka..
2. Perencanaan Kolom.
3. Perencanaan Sambungan Las Pada Rangka.
4. Perencanaan Mur danBaut.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu meluas maka perlu adanya batasan masalah yang penulis berikan, yaitu diantaranya:

1. Perencanaan bagian statis dari alat uji.
2. Perhitungan statis dari alat uji.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk:

1. Mengetahui perencanaan rangka agar di dapat rangka yang kuat untuk menopang semua komponen mesin yang bekerja pada alat pengujian *bearing* untuk mengetahui *rolling resistance*.
2. Mengetahui parameter perencanaan penyambungan las yang digunakan dalam menyatukan seluruh komponen rangka, agar di dapat profil rangka yang kuat.

1.4.1 Manfaat

Manfaat yang di peroleh dari perencanaan dan pembuatan Alat Pengujian *Bearing* untuk mengetahui nilai *Rolling Resistance* dalam Proyek Akhir ini adalah:

a. Bagi Mahasiswa

- 1) Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (D3) Teknik Mesin Universitas Jember.
- 2) Sebagai suatu penerapan teori dan praktek kerja yang didapatkan selama dibangku kuliah.
- 3) Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan membuat suatu karya teknologi yang bermanfaat

b. Bagi Perguruan Tinggi

- 1) Dapat memberikan informasi perkembangan teknologi khususnya Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember kepada institusi pendidikan lain.
- 2) Sebagai bahan kajian kuliah di Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember dalam mata kuliah bidang teknik mesin.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Rolling Resistance*

Rolling Resistance adalah tahanan terhadap roda yang akan dan telah menggelinding akibat adanya gaya gesekan antara roda dengan permukaan jalannya roda. Nilai *rolling resistance* dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya : transmisi, bantalan (*bearing*), roda dan ban.

2.1.1. *Bearing* (Bantalan)

Dalam sejarah modern, desain dan penggunaan bearing yang terdokumentasi dengan baik dimulai oleh Leonardo Da Vinci pada tahun 1452. Dia memulai menggunakan roller bearing untuk penggunaan kincir angin dan penggilingan gandum. Paten pertama tentang bearing didaftarkan di negara Perancis 400 tahun kemudian, yang selanjutnya katalog bearing pertama di dunia diterbitkan di Inggris pada tahun 1990. Saat ini, penggunaan bearing sebagai komponen anti gesek telah digunakan secara luas dengan variasi ukuran, variasi beban, variasi putaran yang sangat lebar. Sejarah lain mengungkap, penggunaan bantalan untuk menaggulangi efek gesek dapat ditelusuri dari hasil penemuan kereta sederhana yang telah berusia 5000 tahun di Euphrates. Penggunaan bearing yang lebih modern terlihat pada kereta celtic sekitar 2000 tahun yang lalu.

Bantalan merupakan komponen mesin yang berfungsi menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama. Bantalan harus cukup kuat dan kokoh agar komponen mesin lain dapat bekerja dengan baik. Kerusakan pada bantalan akan menurunkan kinerja mesin secara menyeluruh. Jika *bearing* tidak bekerja atau berfungsi dengan baik maka kinerja dan prestasi mesin dan seluruh sistemnya tidak dapat bekerja dengan baik. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja secara optimal.

Sejarah penggunaan bantalan untuk mengurangi efek gesekan dapat ditelusuri dari hasil penemuan kereta sederhana yang telah berumur ± 5000 tahun

di Euphrates didekat sungai Tigris. Dalam sejarah modern, desain dan penggunaan *bearing* yang terdokumentasi dengan baik dimulai oleh Leonardo Da Vinci. Dia menggunakan *roller bearing* untuk kincir angin dan penggilingan gandum. Paten pertama mengenai *bearing* didaftarkan di Perancis 400 tahun kemudian setelah Da Vinci. Lalu selanjutnya katalog *bearing* pertama di dunia diterbitkan di Inggris pada tahun 1900. Saat ini, penggunaan *bearing* sebagai komponen anti gesek telah digunakan secara luas dengan variasi ukuran, beban, putaran yang sangat lebar.

2.1.2. Klasifikasi *Bearing*

Berdasarkan arah beban dan konstruksi atau mekanisme kerjanya mengatasi gesekan, arah beban yang bekerja pada bantalan, secara umum *bearing* dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Bantalan radial (*radial bearing*), yang berfungsi menahan beban dalam arah radial.
2. Bantalan aksial (*thrust bearing*), yang menahan beban dalam arah aksial.
3. Bantalan yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan aksial

2.1.3. Transmisi

Secara umum transmisi sebagai salah satu komponen sistem pemindah tenaga (*power train*) mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Meneruskan tenaga / putaran mesin dari kopling ke poros propeler.
2. Merubah momen yang dihasilkan mesin sesuai dengan kebutuhan (beban mesin dan kondisi jalan).
3. Merubah momen yang dihasilkan mesin sesuai dengan kebutuhan (beban mesin dan kondisi jalan).

2.1.4 Roda dan Ban

Ban adalah bagian kendaraan yang bersentuhan langsung dengan permukaan jalan. Ban-ban ini berputar pada permukaan jalan dan tenaga mesin di transfer melalui ban. Fungsi Ban adalah :

1. Untuk menopang seluruh berat kendaraan.
2. Ban bersentuhan langsung dengan permukaan jalan dan memindahkan gerakan dan gaya pengereman ke jalan, dengan demikian mengontrol gerak awal, percepatan, perlambatan, pengereman dan belokan.
3. Menyerap kejutan yang diterima dari permukaan jalan yang tidak rata.

Sedangkan roda adalah objek berbentuk lingkaran, yang bersama dengan sumbu, dapat menghasilkan suatu gerakan dengan gesekan kecil dengan cara bergulir. Contoh umum ditemukan dalam penerapan dalam transportasi. Istilah roda juga sering digunakan untuk objek-objek berbentuk lingkaran lainnya yang berputar seperti kincir air.

2.2 *Gaya Radial*

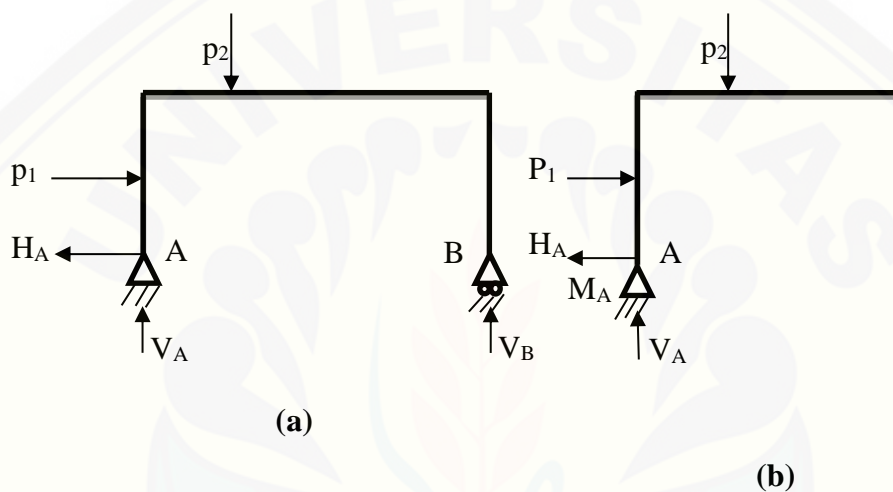
Di dalam perancangan sistem mekanika dinamik, sering kita jumpai besaran-besaran terkait dengan kecepatan putar. Salah satunya adalah gaya radial. Gaya radial sendiri dapat didefinisikan sebagai gaya yang bekerja secara tegak lurus dengan sumbu poros. Gaya radial biasanya muncul sebagai akibat dari adanya mekanisme berputar dalam suatu komponen mekanika, misalnya saja pada poros (shaft) dan roda gigi (gear).

2.3 *Gaya Axial*

Beban aksial pada kendaraan terjadi saat kendaraan mengalami beban dari samping atau beban yang searah dengan sumbu poros roda. Gerakan belok merupakan gerakan yang dapat menghasilkan beban aksial pada bantalan. Kondisi ideal dari kendaraan belok adalah disebut juga sebagai kondisi ackerman yaitu dimana pada semua roda tidak terjadi sudut slip, sehingga arah gerak roda sama dengan arah bidang putar dari roda.

2.4 Perancangan Kerangka

Sebuah rangka batang bersifat statis tertentu jika hanya ada tiga reaksi luar, karena statika hanya memberikan tiga syarat keseimbangan untuk sebuah sistem gaya sebidang yang umum. Lalu jika sebuah rangka kaku mempunyai lebih dari tiga reaksi luar, kerangka ini bersifat statis tak tentu, dan derajat ketidak tentuannya menjadi sama dengan banyaknya reaksi lebihan. (sumber; Chu-Kia Wang. 1986)



Gambar 2.1 Struktur statis tertentu

Syarat reaksi keseimbangan

$$\Sigma V = 0 \text{ (jumlah gaya-gaya vertical sama dengan nol)}$$

$$\Sigma H = 0 \text{ (jumlah gaya-gaya horizontal sama dengan nol)}$$

$$\Sigma M = 0 \text{ (jumlah momen sama dengan nol)}$$

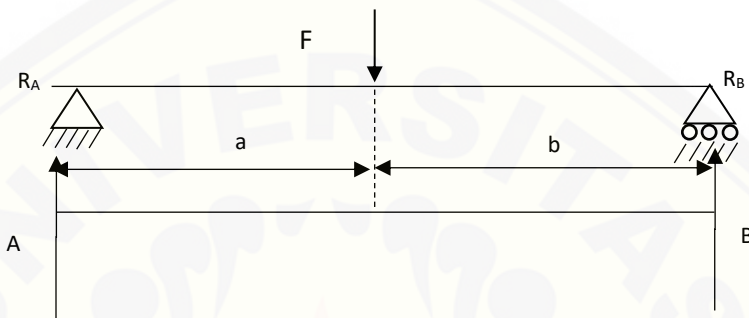
$$R_A \frac{P(L-a)}{L} (\downarrow) \dots\dots\dots(2.1)$$

2.4.1 Perencanaan Batang Beban Terpusat

Rangka dirancang untuk mendukung beban dalam bentuk tertentu dan yang terpenting dalam hampir semua kasus hanya mengalami deformasi sedikit jika mengalami pembebanan. Semua struktur teknik atau unsur structural mengalami gaya eksternal atau pembebanan. Hal ini akan mengakibatkan gaya eksternal lain atau reaksi pada titik pendukung strukturnya (Tood, 1984).

Semua gaya yang bekerja pada benda dianggap bekerja pada titik tersebut, dan jika gaya-gaya ini tidak seimbang. Oleh karena itu agar sebuah sistem gaya dalam keseimbangan resultan semua gaya dan resultan semua momen terhadap suatu titik = 0, persyaratan yang harus dipenuhi adalah: $\Sigma F_y = 0$, $\Sigma F_x = 0$, dan $\Sigma M = 0$ (Tood, 1984).

a. Perencanaan Batang Konstruksi Penyangga pada Rangka.



Gambar 2.2 Analisis gaya batang beban terpusat

Syarat keseimbangan

$\Sigma F_y = 0$ (gaya lintang arah sumbu y)

$\Sigma F_x = 0$ (gaya lintang arah sumbu x)

$\Sigma M_y = 0$ (momen lentur arah sumbu y)

$\Sigma M_x = 0$ (momen lentur arah sumbu x)

b. Gaya reaksi pada tumpuan R

Apabila gaya (F) terjadi pada batang konstruksi A dan B dengan tumpuan sederhana (beban terpusat), maka gaya reaksi pada tumpuan R_A dan R_B sama dengan F.

Selanjutnya melakukan perancangan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- 1) Menentukan beban (F) yang dialami rangka
- 2) Menentukan gaya aksi-reaksi pada tumpuan A dan B

Dengan:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B \cdot L + F \cdot a = 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

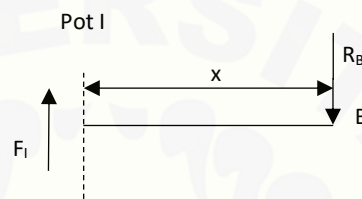
Dengan:

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L + F \cdot b = 0 \dots\dots\dots(2.2)$$

3) Menentukan bidang gaya lintang (F)

Potongan I dengan $0 \leq x \leq b$

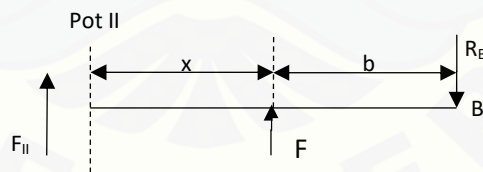


Gambar 2.3 Potongan I bidang geser

$$\Sigma F = 0$$

$$F_I = R_B \dots\dots\dots(2.3)$$

Potongan II dengan $0 \leq x \leq a$



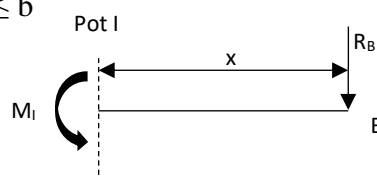
Gambar 2.4 Potongan II bidang geser

$$\Sigma F = 0$$

$$F_{II} = R_B - F \dots\dots\dots(2.4)$$

4) Menentukan bidang momen (M)

Potongan I dengan $0 \leq x \leq b$

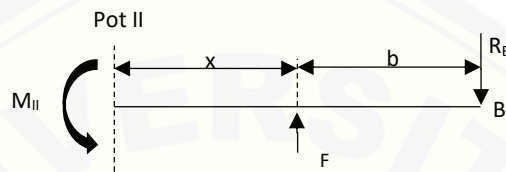


Gambar 2.5 Potongan I bidang momen

$$\Sigma M= 0$$

$$M_I = R_b \cdot x \dots\dots\dots(2.5)$$

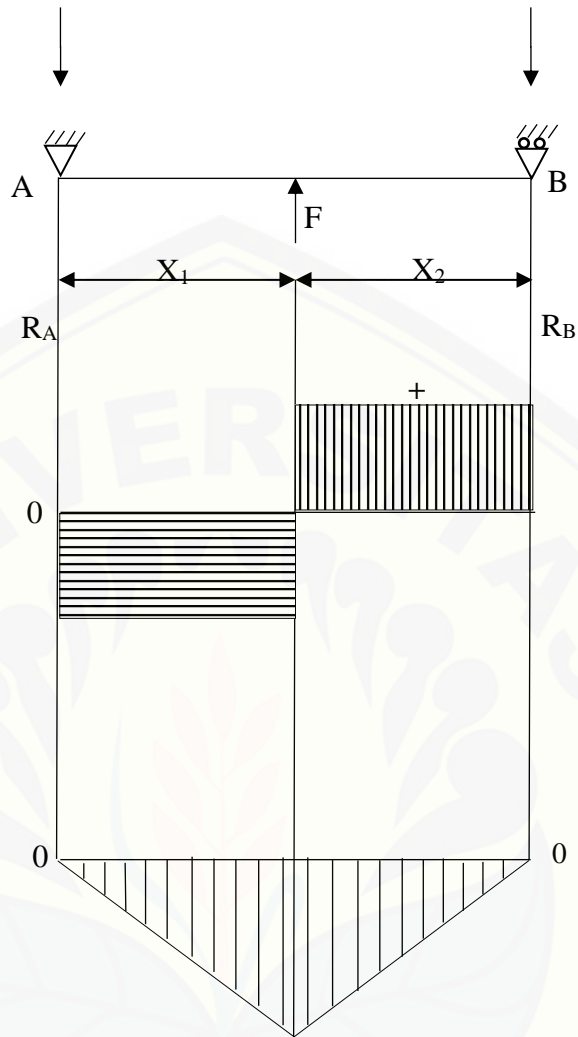
Potongan II dengan $0 \leq x \leq a$



Gambar 2.6 Potongan II bidang momen

$$\Sigma M= 0$$

$$M_{II} = R_b \cdot (b+x) - F \cdot x \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.7 Diagram bidang geser dan bidang momen

5) Menentukan tegangan lentur (bending)

$$\sigma = M \cdot y / I \dots \dots \dots (2.7)$$

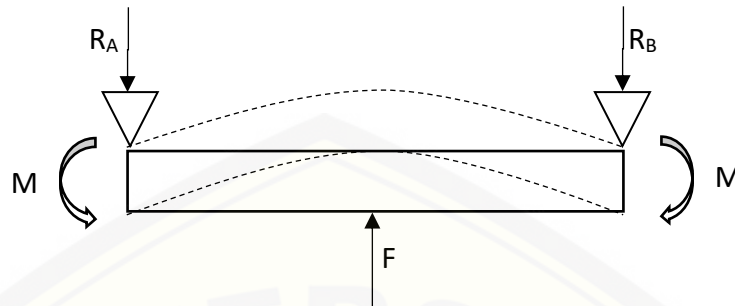
Dengan:

σ = Tegangan lentur yang terjadi pada batang (kg.m;m²)

M = Momen lentur yang dialami pada batang (kg.mm²)

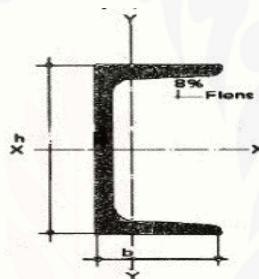
y = Jarak serat terjauh pada sumbu batang (mm)

I = Momen inersia (mm⁴)



Gambar 2.8 Tegangan lentur

6) Menentukan momen inersia profil UNP



Gambar 2.9 Profil UNP

Dari profil UNP di atas terdiri dari 3 buah bentuk persegi yaitu dua pelat sayap dan 1 buah pelat badan.

2.1 Tabel Perhitungan Inersia Profil UNP

Pelat Badan	Pelat Sayap 1	Pelat Sayap 2
$y_1 = 0$ $I_{x1} = \frac{tw(H-2tf)^3}{12}$ $A_1y_1^2 = 0$	$y_2 = \frac{H}{2} - \frac{tf}{2} = \frac{1}{2}(H - tf)$ $I_{x2} = \frac{Btf^3}{12}$ $A_2y_2^2 = Btf \cdot (\frac{1}{2}(H - tf))^2$ $= \frac{1}{4}Btf(H - tf)^2$	$y_3 = -(\frac{H}{2} - \frac{tf}{2}) = -\frac{1}{2}(H - tf)$ $I_{x3} = \frac{Btf^3}{12}$ $A_3y_3^2 = Btf \cdot (\frac{1}{2}(H - tf))^2$ $= \frac{1}{4}Btf(H - tf)^2$

$$I_{tot} = (Ix_1 + A_1y_1^2) + (Ix_2 + A_2y_2^2) + (Ix_3 + A_3y_3^2) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan :

t_f = tinggi bidang(mm)

B = lebar bidang (mm)

t_f = lebar bidang tengah (mm)

I = momen inersia(mm⁴)

I_{tot} = momen inersia total(mm⁴)

2.5 Perancangan Kolom

Jika pada suatu kolom dikenai beban maka kolom tersebut akan mengalami tekukan (*buckling*). Tekukan ini dapat terjadi meskipun besarnya tegangan maksimum pada batang lebih kecil dari *yield point* bahan. Beban yang sanggup ditahan oleh kolom tanpa menyebabkan tekukan (*buckling*) disebut beban kritis kolom.

Kolom yang dirancang pada alat uji ini mendapat gaya tekan pada salah satu bagian sumbu, maka akan terjadi defleksi kecil pada batang atau sedikit pergeseran beban dan tumpuan. Agar hasil perancangan batang ini tidak mengalami kebengkokan maka beban yang diterima harus lebih kecil dari P_{cr} (beban kritis yang diterima kolom) yang sesuai dengan perancangan kolom euler (Shigley, 1994).

Beban kritis yang diterima oleh kolom adalah:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4L^2} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan :

P_{cr} = Beban kritis (kg)

E = Modulus elastisitas batang (kg/mm²)

I = Momen inersia batang (mm⁴)

L = Panjang kolom (mm)

2.6 Bahan Kolom dan Rangka

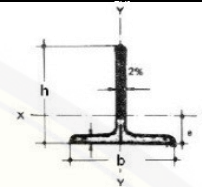
Macam-macam bahan kolom dan rangka yang dibentuk khusus dan lebih banyak digunakan untuk struktur baja antara lain:

Tabel 2.2 Macam-macam bahan kolom dan rangka

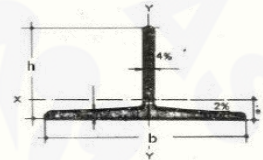
No.	Nama	Gambar
1.	Balok profil dengan flent sempit	
2.	Balok profil dengan flent lebar	
3.	Baja profil kanal	
4.	Baja profil sama kaki dan tidak sama kaki	
5.	Baja profil siku tidak sama	

kaki

6. Baja profil berbentuk T



7. Baja profil berbentuk T dengan kaki lebih lebar



Dalam pemilihan bahan perlu diketahui kekuatan bahan yang akan digunakan untuk suatu konstruksi baja, dibawah ini tabel kekuatan bahan sebagai berikut:

Tabel 2.3 Kekuatan Bahan

Bahan	Tarik (MPa)	Tekan (MPa)	Geser (MPa)
Baja karbon tinggi	83-166	83-166	55-110
Baja karbon rendah	110-2017	110-207	83-138
Baja cor	55-103	55-103	41-83
Besi cor	21-28	70-110	21-28

Sumber :Harris, 1982

2.7 Pemilihan Bahan Kolom dan Rangka

Rangka menggunakan bahan baja, dengan profil siku sama kaki. Langkah-langkah perancangan rangka alat uji *bearing* adalah sebagai berikut:

- Menentukan kekuatan izin yang diizinkan;

$$\sigma_{izin} = \sigma_u / n \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan:

σ_u = Tegangan batas bahan yang dipilih (Mpa)

n = Faktor keamanan

2.8 Perancangan Pengelasan

Pengelasan adalah salah satu cara untuk menyambung dua buah benda logam dengan cara kedua benda tersebut dipanaskan.

2.8.1 Metode Pengelasan

Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu:

- Pengelasan tekan yaitu cara pengelasan yang sambungannya dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu;
- Pengelasan cair yaitu ruangan yang hendak disambung (kampuh) diisi dengan suatu bahan cair, sehingga dengan waktu yang sama tepi bagian yang berbatasan mencair. Kalor yang dibutuhkan dapat dibangkitkan dengan cara kimia atau listrik;
- Pematrian yaitu cara pengelasan yang sambungannya diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk turut mencair.

2.8.2 Kampuh Las

Agar perlakuan las dapat memperoleh kampuh yang baik dengan pelekatan atau pelelehan yang baik terhadap benda kerja dilas maka sebaiknya:

- Pelat dengan ketebalan $\leq 2,5$ mm dapat diletakkan tumpuk satu terhadap yang lain dan disambung dengan satu sisi;
- Pelat dengan ketebalan $\geq 2,5$ mm dapat dilas dengan diberi ruang antara 1-5 mm dan las dua sisi sebaiknya terlebih dahulu diberi tepi miring pada pelat

dengan jalan menetam atau mengefrais atau dapat juga menggunakan dengan pembakar potong (proses persiapan tepi).



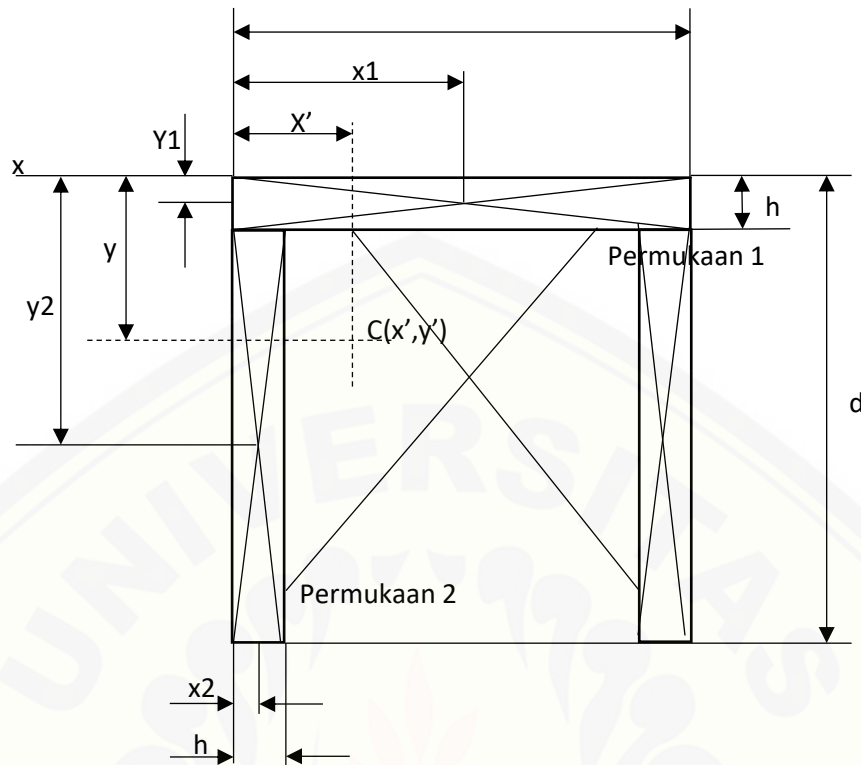
2.8.3 Mampu Las

Tidak semua bahan yang mampu untuk dilas dan dapat dihandalkan serta dapat dibuat dengan tujuan yang dikehendaki, baik dari segi kekuatan maupun ketangguhan. Beberapa faktor penting untuk mengetahui bahan yang dapat dan mampu dilas:

- a. Sifat fisik dan sifat kimia bahan untuk bagian hendak dilas termasuk prasejarahanya (cara pengelasan, metode pemberian bentuk, dan perlakuan panas);
- b. Tebal bagian yang hendak disambung, dimensi dan kekuatan konstruksi yang hendak dibuat;
- c. Teknologi metode las yaitu sifat dan susunan elektroda, urutan pengelasan, perlakuan panas yaitu sebelum dan setelah pengelasan serta temperature pada waktu pengelasan dilakukan.

2.8.4 Perhitungan Kekuatan Las

Sambungan las dengan menggunakan las pada konstruksi rangka banyak mengalami tegangan terutama tegangan lehtur dan tegangan geser. Oleh karena itu perlu adanya perhitungan pada daerah sambungan yang dirasa kritis, sehingga diperoleh konstruksi rangka yang kuat untuk mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada rangka adalah sebagai berikut (Niemen, 1999):



Gambar 2.10 Bentuk penampang lasan

a. Menentukan gaya yang terjadi pada lasan

$$F = W \cdot g \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan:

F = Gaya (N)

W = Beban (kg)

g = Gaya gravitasi (m/det^2)

b. Momen lentur

$$M_b = F \cdot y \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan :

M_b = Momen lentur (N.mm)

F = Gaya (N)

y = panjang benda yang mendapatkan beban kegaris normal (mm)

c. Menentukan tegangan normal dalam kampuh

$$\sigma = \frac{M_b}{I_{tot}} \cdot y \dots \dots \dots (2.14)$$

Dengan :

σ = Tegangan normal (N/mm²)

M_b = Momen lentur (N.mm)

I_{tot} = Momen inersia (mm⁴)

y = Setengah panjang benda kerja yang mendapat beban ke garis normal (mm)

d. Menentukan tegangan geser dalam kampuh

$$\tau' = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dengan :

τ' = Tegangan geser dalam kampuh (N/mm²)

F = Gaya (F)

A = Luas penampang kampuh (mm²)

e. Menentukan tegangan resultan

$$\sigma v = \sqrt{(\sigma')^2 + [1,8(\tau')^2]} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan :

σv = Tegangan resultan (N/mm²)

τ' = Tegangan geser dalam kampuh (N/mm²)

f. Pengujian persyaratan kekuatan las

$$\sigma v' < \sigma' \dots \dots \dots (2.17)$$

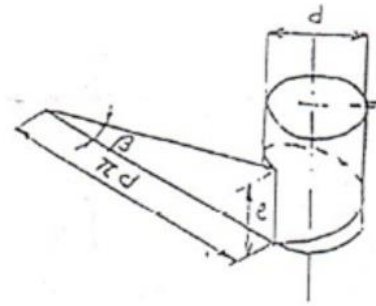
Dengan :

$\sigma v'$ = Tegangan resultan (N/mm²)

σ' = Tegangan normal (N/mm²)

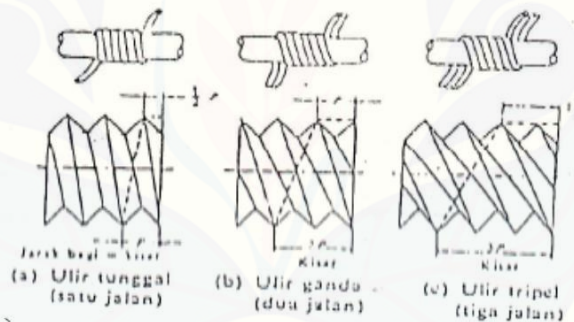
2.9. Pemilihan Baut dan Mur

Bentuk ulir dapat terjadi bila sebuah lembaran berbentuk segi tiga digulung pada sebuah silinder, seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.14 dalam pemakaian. Ulir selalu bekerja dalam pasangan ulir luar dan ulir dalam, seperti dalam gambar 2.15 ulir pengikat umumnya mempunyai profil segitiga sama kaki. Jarak antara satu puncak dengan puncak berikutnya dari profil ulir tersebut jarak bagi.



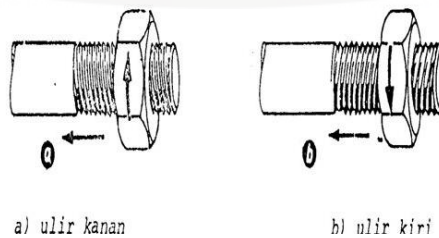
Gambar 2.11 Profil Ulir Pengikat (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

Ulir disebut tunggal atau satu jalan bila hanya ada satu jalur yang melilit silinder dan disebut dua atau tiga jalan bila ada dua atau tiga jalur. Jarak antara puncak-puncak yang berbeda satu putaran dari suatu jalur disebut kisar.



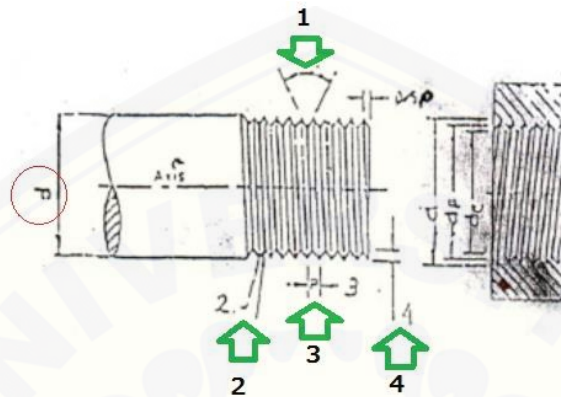
Gambar 2.12 Jenis-jenis jalur ulir (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

Ulir juga dapat berupa ulir kanan dan ulir kiri, ulir kanan bergerak maju bila diputar searah jarum jam dan ulir bergerak maju bila diputar berlawanan arah jarum jam. Pada umumnya ulir kanan lebih banyak dipakai.



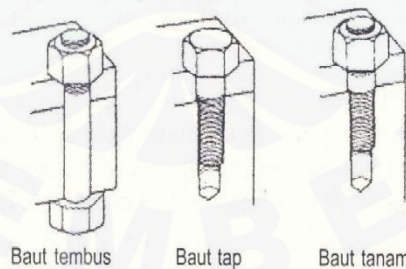
Gambar 2.13 Ulir kanan dan ulir kiri (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

Dalam perancangan rangka mesin pengiris ketela pohon digunakan ulir standart metris kasar karena pada konstruksi rangka mesin ini tidak diperlukan ulir dengan ketelitian yang tinggi.



Gambar 2.14 Ulir standart (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

Baut dan mur dibagi menjadi baut penjepit, baut untuk pemakaian khusus, sekrup mesin, sekrup penetap, sekrup pengetap dan mur. Dalam perancangan mesin pengiris ketela pohon hanya digunakan baut penjepit berbentuk baut tembus untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus yang diletakkan dengan sebuah mur.



Gambar 2.15 Jenis-jenis baut pengikat (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

Baut dan mur adalah elemen pengikat yang sangat penting untuk menyatukan rangka. Pemilihan baut dan mur harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

2.9.1 Perancangan Pehitungan Baut dan Mur

- a. Menentukan besarnya beban maksimum yang diterima oleh masing-masing baut dan mur. Dengan faktor koreksi (f_c) = 1,2 – 2,0 untuk perhitungan terhadap deformasi (Sularso, 1997).

$$W_{max} = W_0 \cdot f_c \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan :

W_0 = Beban (N)

f_c = Faktor koreksi

- b. Menentukan jenis bahan baut dan mur

Tegangan tarik yang diizinkan (σ_a) :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f} \dots \dots \dots (2.22)$$

Tegangan geser yang diizinkan (τ_a) :

$$\tau_a = 0,5 \cdot \sigma_a \dots \dots \dots (2.23)$$

Dengan :

σ_a = Beban (N)

S_f = Faktor koreksi

σ_b = Kekuatan tarik (N/mm²)

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (N/mm²)

- c. Dengan mengetahui besar beban maksimum dan besar tegangan yang diizinkan pada baut, maka diameter ini (D) baut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$d \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \text{ atau } \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dengan :

d = Diameter yang diperlukan (mm)

W = Beban rencana (N)

σ_a = Kekuatan tarik bahan yang diizinkan (N/mm²)

- d. Ulir baut dan mur dipilih ulir metris ukuran standart dengan dimensi sebagai berikut:

- 1) D = Diamater luar ulir dalam (mm)

- 2) p = Jarak bagi (mm)
- 3) d_1 = Diameter inti (mm)
- 4) d_2 = Diameter efektif ulir dalam (mm)
- 5) H_1 = Tinggi kaitan (mm)
- e. Menentukan jumlah dan tinggi ulir yang diperlukan

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dengan :

- Z = Jumlah ulir yang diperlukan
- d_2 = Diameter efektif ulir dalam (mm)
- H_1 = Tinggi kaitan (mm)
- q_a = Tekanan permukaan yang diizinkan (N/mm^2)

f. Jumlah ulir yang diperlukan untuk panjang H dalam mm adalah

$$H \geq (0,8 - 1,0) \cdot d \dots\dots\dots(2.26)$$

g. Jumlah ulir yang dipakai adalah

$$Z' = \frac{H}{p} \dots\dots\dots(2.27)$$

h. Tegangan geser akar ulir baut adalah

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot Z'} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dengan :

- τ_b = Tegangan geser akan ulir baut (N/mm^2)
- k = Konstanta ulir metris $\approx 0,84$

i. Tegangan geser akar ulir mur adalah

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot Z'} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dengan :

- τ_n = Tegangan geser akan ulir dalam (N/mm^2)
- D = Diameter ulir dalam
- j = Konstanta jenis ulir metris $\approx 0,75$

j. Persyaratan kelayakan dari baut dan mur yang direncanakan

$$\tau_b \leq q_a \dots\dots\dots(2.30)$$

$$\tau_n \leq q_a \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana perancangan baut dan mur dapat diterima apabila harga τ_b dan $\tau_n (\leq)$ lebih kecil dari q_a .

2.10. Proses Manufaktur

Dalam perancangan rangka, langkah yang dibutuhkan adalah proses manufaktur yaitu proses perakitan dan permesinan. Proses perakitan adalah merupakan proses kerja yang akan dikerjakan dengan menggunakan alat yaitu meliputi:

2.10.1. Pengukuran

Pengukuran merupakan membandingkan besaran yang akan diukur dengan satu ukuran pembandingan yang telah tertera. Macam-macam alat ukur panjang yang sederhana yaitu:

- a. Mistar baja
- b. Jangka
- c. Meteran sabuk



Gambar 2.16 Mistar baja (Sumber: Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 1, 2013)

2.10.2 Penggoresan

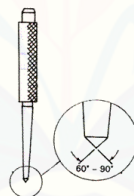
Penggoresan yaitu proses penandaan dengan cara membuat gambar atau menggaris pada benda kerja yang akan dikerjakan dengan menggunakan alat penggores ataupun kapur untuk benda kerja yang permukaannya kasar.



Gambar 2.17 Penggores(Sumber: Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 1, 2013)

2.10.3 Penitik

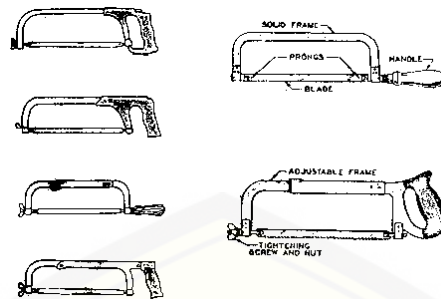
Penitik adalah merupakan proses pemberian tanda dengan membuat tanda titik pada benda kerja yang akan dibuat lubang dengan bor, biasanya sudut puncaknya dibuat 60° .



Gambar 2.18 Penitik(Sumber: Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 1, 2013)

2.10.4 Gergaji Tangan

Tujuan dari penggunaan gergaji ini adalah untuk memotong, pemotongan benda kerja dan untuk penggergajian alur serta celah-celah dalam benda kerja. Secara umum gergaji tangan terdiri dari pemegang gergaji, bingkai gergaji, daun gergaji, baut dan mur pengencang.



Gambar 2.19 Gergaji tangan(Sumber: Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 1, 2013)

2.10.5 Gerinda

Penggerindaan yaitu proses menggerinda suatu benda dengan tujuan untuk mendapatkan hasil benda kerja yang permukaannya rata atau bisa juga digunakan dengan tujuan untuk memotong suatu benda kerja.



2.20 Gerinda (Sumber: Bosch, 2016)

2.10.6 Toolset

Toolset merupakan sejumlah peralatan perkakas di lapangan untuk membantu proses pengerjaan pembuatan suatu produk benda kerja. Toolset biasanya berisi tang, obeng – dan + serta yang lainnya.



Gambar 2.21 Toolset (Sumber: Apollo, 2016)

2.11 Proses Permesinan

2.11.1 Pengeboran

Mesin bor termasuk mesin perkakas dengan gerak utama berputar, fungsi pokok mesin ini adalah untuk membuat lubang yang silindris pada benda kerja dengan mempergunakan mata bor sebagai alatnya.

Perhitungan pada proses pengeboran yaitu:

- a. Menentukan kecepatan potong (mm/menit)

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \dots \dots \dots (2.32)$$

- b. Kecepatan pemakanan (mm/menit)

$$V_f = s \cdot n \dots \dots \dots (2.33)$$

- c. Jarak bebas bor (mm)

$$A = 2 \cdot (0,3) \cdot D \dots \dots \dots (2.34)$$

- d. Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

$$L = t + l_1 + A \dots \dots \dots (2.35)$$

- e. Waktu pengeboran (menit)

$$Tm = \frac{L}{V_f} + \text{Setting pahat} \dots \dots \dots (2.36)$$

Dengan:

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

D = Diameter mata bor (mm)

n = Putaran bor (rpm)

V_f = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

s = Gerak pemakanan (mm/rpm)

A = Jarak bebas bor (mm)

L = Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

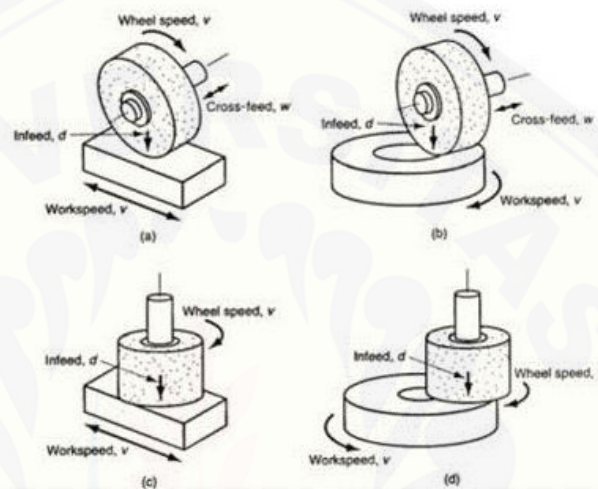
t = Tebal benda kerja yang akan dibor (mm)

l_1 = Jarak lebih pengeboran (mm)

Tm = Waktu proses pengeboran (menit)

2.11.2 Penggerindaan

Penggerindaan adalah suatu proses untuk mengasah benda kerja untuk membuat permukaan benda kerja menjadi lebih rata, merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut dengan menggunakan mesin gerinda. Secara umum mesin gerinda terdiri dari motor listrik, mata gerinda, poros dan perlengkapan pendukung lainnya.



Gambar 2.22 Gerinda Duduk

BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

- | | | |
|-------------------------|---------------------|-----------|
| 1. Mesin gerinda | 10. Penitik | 18. Tang |
| 2. Mesin gerinda potong | 11. Ragum | 19. Kikir |
| 3. Mesin bor | 12. Mistar baja | |
| 4. Kertas gosok | 13. Penggores | |
| 5. Mesin las SMAW | 14. Mata bor | |
| 6. Mesin bor duduk | 15. Sarung tangan | |
| 7. Pelindung mata | 16. Obeng + dan - | |
| 8. Jangka sorong | 17. Kunci pas 1 set | |
| 9. Meteran | | |

3.1.2 Bahan

- | | |
|---|----------------|
| 1. Besi profil U (5x5x5) cm, dengan tebal 3mm | 8. Cat besi |
| 2. <i>Load Cell</i> jenis batang (1kg) | 9. Elektroda |
| 3. Multimeter | 10. Poros baja |
| 4. Motor listrik BLDC (800 watt) | |
| 5. Bearing penopang | |
| 6. Bearing uji | |
| 7. Mur dan baut | |

3.2 Waktu dan Tempat

3.2.1 Waktu

Analisa, perancangan, pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan selama $\pm 3,5$ bulan berdasarkan pada jadwal yang ditentukan.

3.2.2 Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik adalah laboratorium mobil listrik Fakultas Teknik Universitas Jember yang bertempat di Lembaga Pengabdian Masyarakat (LPM) Universitas Jember.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1. Studi Literatur

Mempelajari literatur yang membantu dan mendukung perancangan mesin (bagian statis), mempelajari dasar perancangan rangka, mur dan baut, serta literatur lain yang mendukung.

3.3.2. Studi Lapangan

Alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik dikerjakan dengan meninjau kebutuhan untuk penggunaan *bearing* yang sesuai untuk keperluan lomba mobil listrik nasional juga dalam pemilihan *bearing* dalam penggunaannya sehari-hari sehingga diperoleh nilai rolling resistance yg sesuai.

3.3.3 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk-petunjuk tentang perancangan dan pembuatan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik.

3.4. Metode Pelaksanaan

3.4.1 Pencarian Data

Dalam merencanakan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik bagian statis, maka terlebih dahulu dilakukan pengamatan di lapangan, studi literatur dan konsultasi yang mendukung pembuatan proyek akhir ini.

3.4.2. Studi Pustaka

Sebagai penunjang dan referensi dalam pembuatan perancangan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik antara lain:

- a. Konstruksi rangka;
- b. Proses pengelasan;
- c. Proses permesinan;
- d. Proses kerja bangku dan pelat.

3.4.3. Perencanaan dan Perancangan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan Alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik.

Dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi tersebut dapat dirancang rangka dan pemesinan. Dalam proyek ini proses yang akan dirancang adalah:

- a. Perancangan konstruksi rangka pada alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik;
- b. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan;
- c. Proses perakitan dan finishing.

3.4.4. Proses Manufaktur

Proses ini merupakan proses pembuatan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik yang meliputi proses permesinan untuk membentuk suatu alat sesuai dengan desain yang diinginkan. Adapun macam-macam proses permesinan yang dilakukan dalam pembuatan alat yaitu meliputi:

- a. Proses pemotongan;

- b. Proses pengelasan;
- c. Proses pengeboran.

3.4.5. Proses Perakitan

Yaitu proses perakitan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik yang meliputi perakitan konstruksi rangka sesuai dengan desain yang diinginkan. Berikut langkah-langkah perakitan rangka:

- a. Menyiapkan peralatan las dan menggunakan alat keamanan kerja (safety).
- b. Membersihkan bagian benda kerja yang akan dilas dari kotoran dan minyak.
- c. Mengatur letak atau posisi rangka sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
- d. Menghubungkan massa las pada benda kerja.
- e. Memastikan posisi benda kerja sesuai dengan perencanaan.
- f. Melakukan las titik.
- g. Memeriksa ketegaklurusan dan kelurusan benda kerja.
- h. Setelah memastikan benda lurus, dapat dilakukan pengelasan total.
- i. Pengelasan dilakukan pada batang penumpu terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pengelasan pada kolom dan batang horizontal serta rangka sebagai dudukan motor.
- j. Menghilangkan kerak hasil pengelasan.
- k. Menyempurnakan hasil pengelasan yang kurang sempurna.

3.4.6. Pengujian Rangka dan Alat

Dilakukan untuk mengetahui apakah alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik dapat bekerja dengan baik.

Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut:

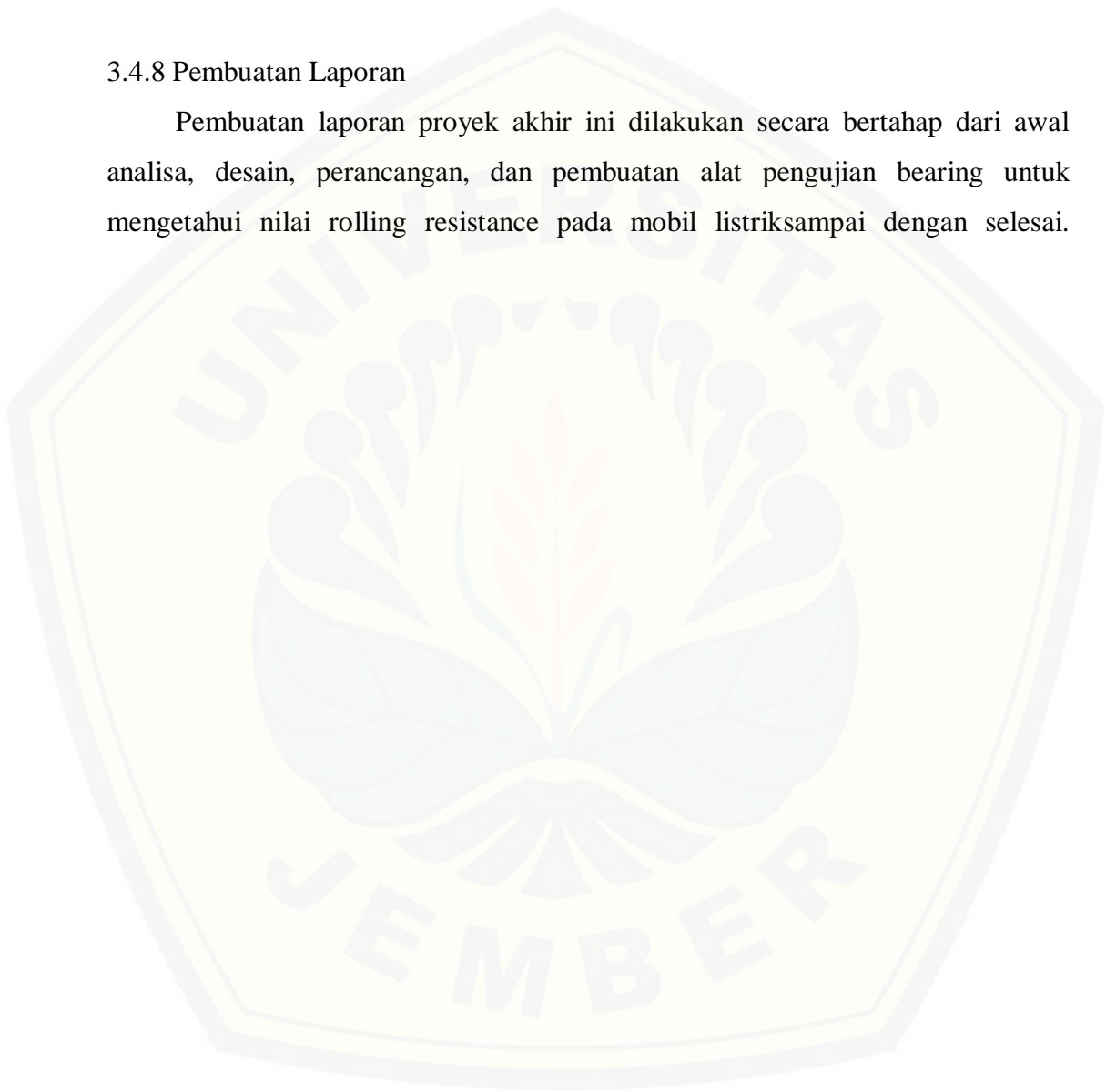
- a. Melihat apakah rangka kokoh dan kuat (tidak terdefleksi, tidak patah, tidak bergetar secara berlebihan);
- b. Melihat apakah sambungan mur dan baut berfungsi (tidak lepas, tidak mengendor, dan tidak putus);
- c. Melihat apakah sambungan las berfungsi (tidak retak dan tidak patah).

3.4.7. Penyempurnaan Alat

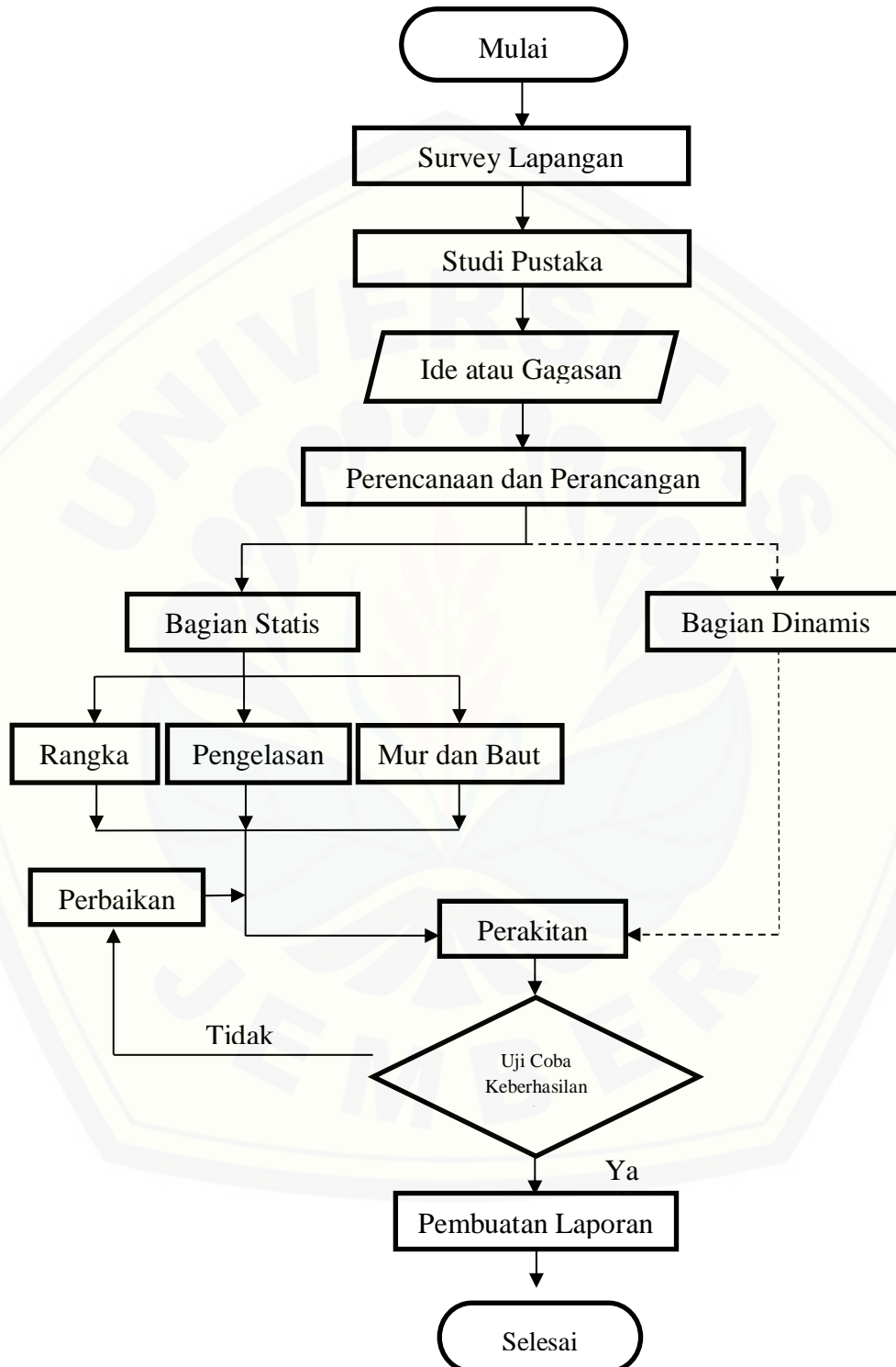
Penyempurnaan alat dilakukan apabila tahap pengujian terdapat masalah atau kekurangan, sehingga dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perancangan yang dilakukan.

3.4.8 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap dari awal analisa, desain, perancangan, dan pembuatan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik sampai dengan selesai.



3.5 Flow Chart



Gambar 3.1 Flow chart perancangan dan pembuatan alat pengujian bearing untuk mengetahui nilai rolling resistance pada mobil listrik

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil rancangan dan pengujian alat, disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Rangka alat penguj *rolling resistance* pada *bearing* memiliki dimensi dengan panjang 500 mm, lebar 300 mm dan tinggi 600 mm.
2. Berdasarkan perhitungan rangka yang didapat, pembebanan batang terbesar berada di batang A-B yang menerima beban penekanan dari pengujian *bearing* seberat maksimal 250 N. Seluruh rangka menggunakan baja profil UNP dengan ukuran yang sama yaitu 50 mm x 38mm x 5mm dengan ketebalan material 5 mm dengan momen inersia $I = 76735,54 \text{ mm}^4$
3. Pada proses pengelasan elektroda yang digunakan adalah jenis AWS E 6013 dengan diameter 2 mm. Hasil dari pengelasan elektroda jenis ini memiliki kekuatan tarik 47,1 kg/mm² dan perpanjangan 17% (Lampiran B.13). Sedangkan benda kerja yang akan dilas adalah ST-37 berukuran (50 x 45 x 5) mm.
4. Pada perhitungan baut dan mur ada dua jenis yang digunakan yaitu menggunakan M6 dan M12.

5.2 Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat penguji *rolling resistance* pada *bearing* ada beberapa hal yang perlu di sempurnakan, antara lain:

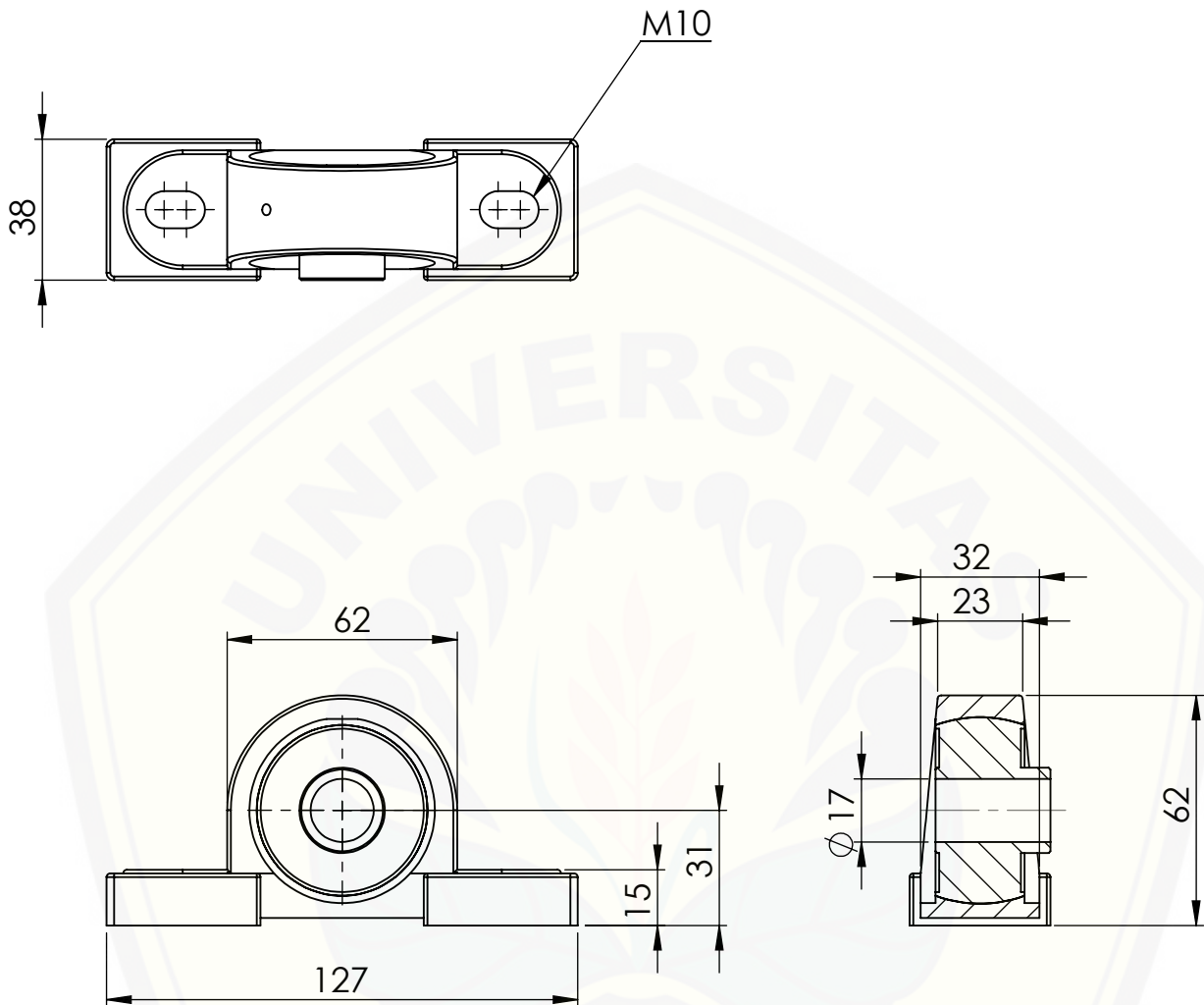
1. Keterbatasan pembuatan alat penguji *rolling resistance* pada *bearing* hanya dapat menggunakan tiga jenis ukuran *bearing*, dikarenakan setiap *bearing* yang akan di uji harus membuat rumah bearing dan poros untuk pengujian, karena setiap *bearing* memiliki diameter dalam dan diameter luar yang berbeda sehingga harus menyesuaikan dengan ukuran *bearing* yang akan diuji.

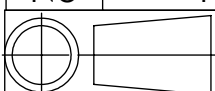
A

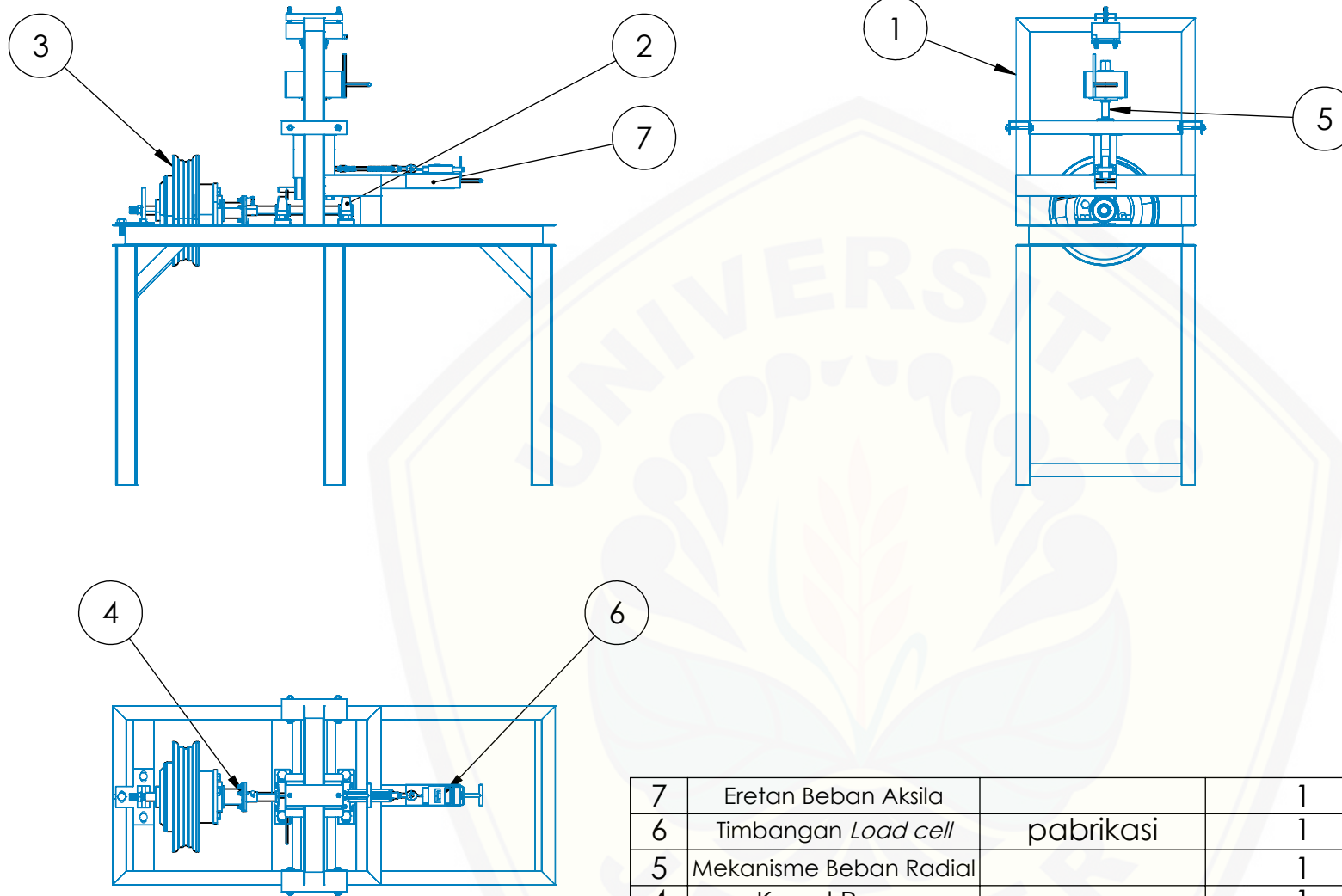
B

C

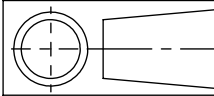
D



1 No	Bantalan UCP Nama Bagian	Pabrikasi Bahan	2 Jumlah	Keterangan
	Skala = 1:1	Nama = Winagil Catur A.B		Peringatan
	Satuan = mm	Nim = 141903101048		
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.		
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 02
				A4



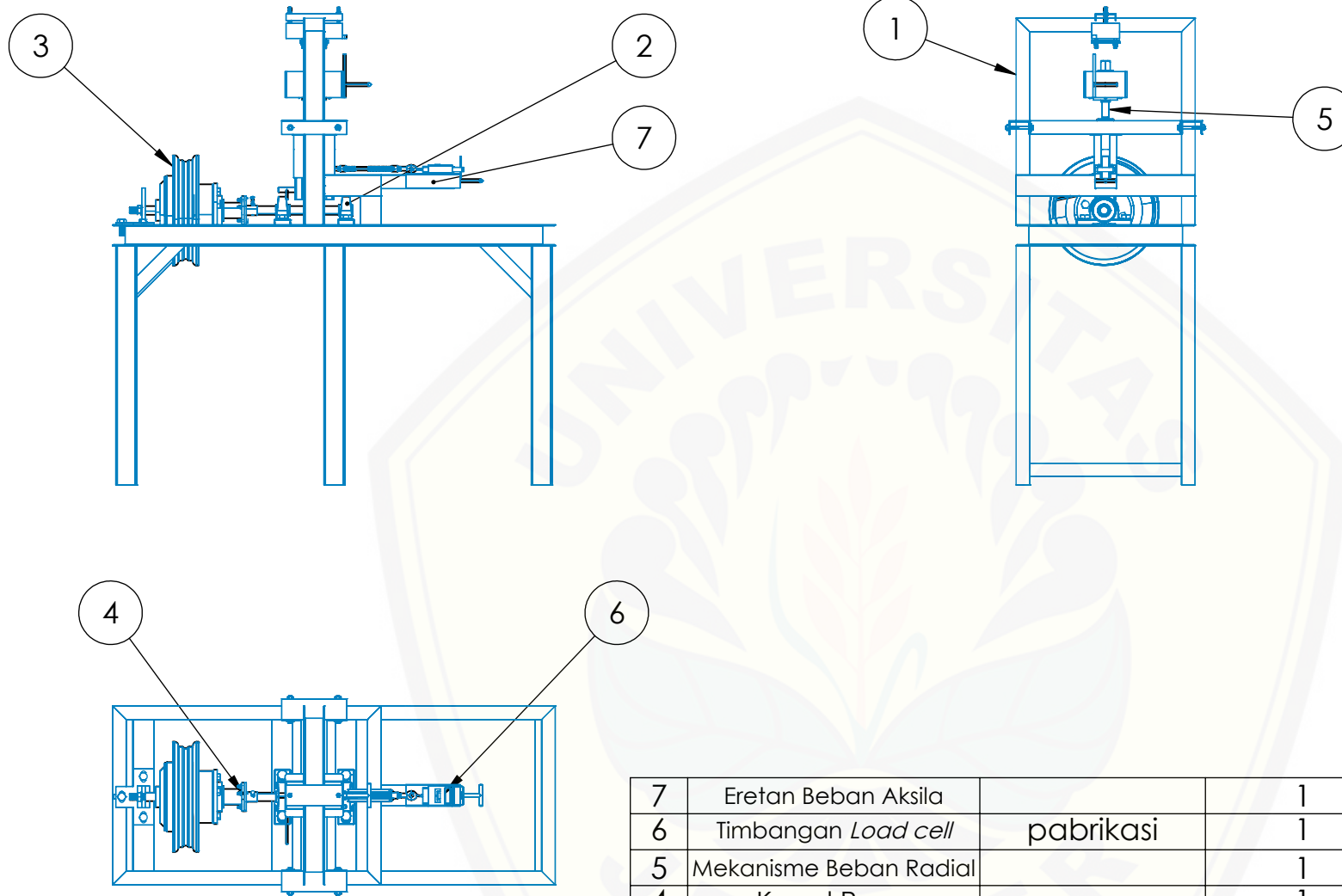
7	Eretan Beban Aksila		1	
6	Timbangan <i>Load cell</i>	pabrikasi	1	
5	Mekanisme Beban Radial		1	
4	Kopel Poros		1	
3	Motor Listrik	pabrikasi	1	
2	Bantalan	pabrikasi	2	
1	Rangka		1	
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Keterangan



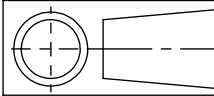
Skala = 1:15
 Satuan = mm
 Tanggal = 27-01-2018

Nama = Winagil Catur A.B
 Nim = 141903101048
 Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.

Peringatan



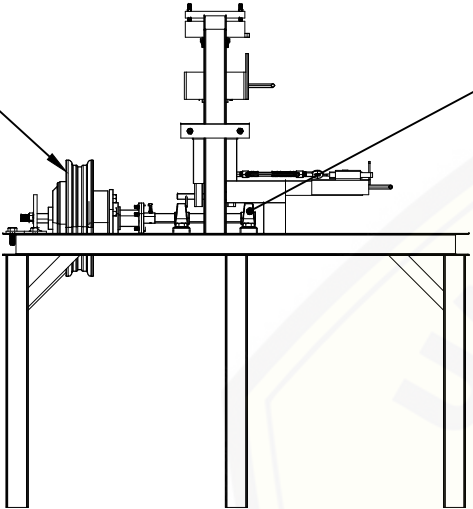
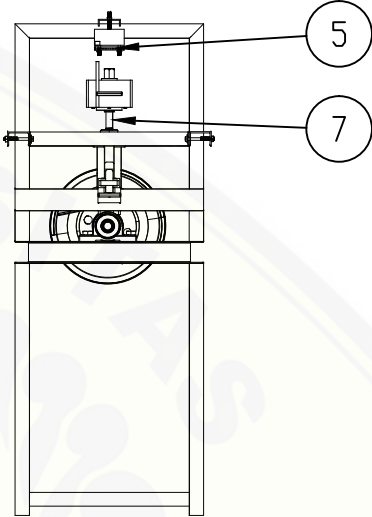
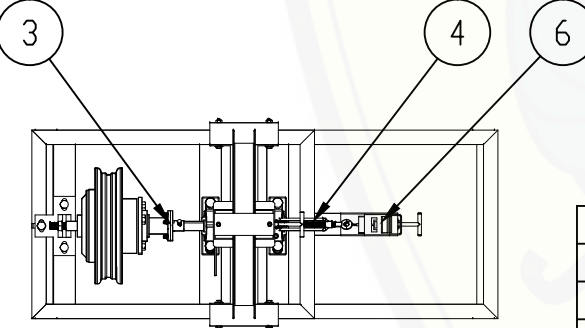
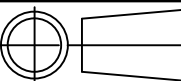
7	Eretan Beban Aksila		1	
6	Timbangan <i>Load cell</i>	pabrikasi	1	
5	Mekanisme Beban Radial		1	
4	Kopel Poros		1	
3	Motor Listrik	pabrikasi	1	
2	Bantalan	pabrikasi	2	
1	Rangka		1	
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Keterangan

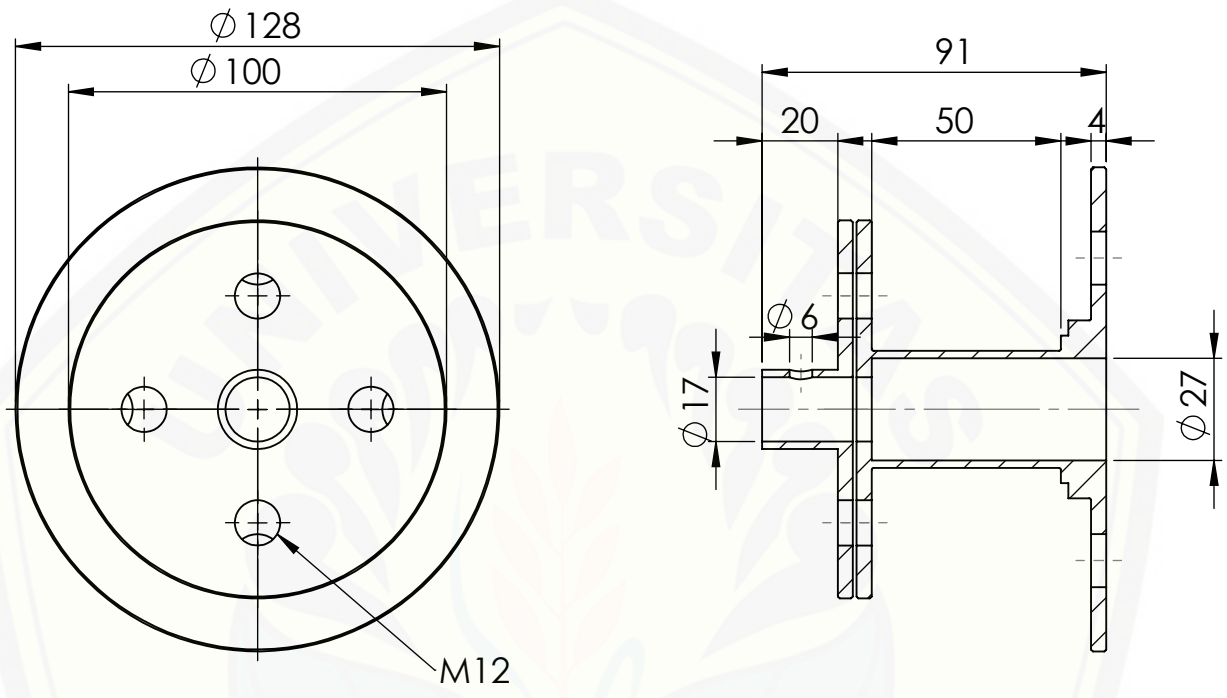


Skala = 1:15
 Satuan = mm
 Tanggal = 27-01-2018

Nama = Winagil Catur A.B
 Nim = 141903101048
 Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.

Peringatan

1	2	3	4	5	6																																								
A																																													
B																																													
C																																													
D																																													
1	2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">7</td> <td style="width: 45%;">Mekanisme Beban Aksila</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Tachometer</td> <td>pabrikasi</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Load Cell 50 kg</td> <td>pabrikasi</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Mekanisme Beban Radial</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Kopel Poros</td> <td>pabrikasi</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Motor Listrik</td> <td>pabrikasi</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>bantalan</td> <td>Pabrikasi</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>Nama Bagian</td> <td>Bahan</td> <td>Jumlah</td> <td>Keterangan</td> </tr> </table>				7	Mekanisme Beban Aksila		1		6	Tachometer	pabrikasi	1		5	Load Cell 50 kg	pabrikasi	1		4	Mekanisme Beban Radial		1		3	Kopel Poros	pabrikasi	1		2	Motor Listrik	pabrikasi	1		1	bantalan	Pabrikasi	1		No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Keterangan
7	Mekanisme Beban Aksila		1																																										
6	Tachometer	pabrikasi	1																																										
5	Load Cell 50 kg	pabrikasi	1																																										
4	Mekanisme Beban Radial		1																																										
3	Kopel Poros	pabrikasi	1																																										
2	Motor Listrik	pabrikasi	1																																										
1	bantalan	Pabrikasi	1																																										
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Keterangan																																									
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Skala = 2:1</td> <td style="width: 50%;">Nama = Winagil Catur A.B</td> </tr> <tr> <td>Satuan = mm</td> <td>Nim = 141903101048</td> </tr> <tr> <td>Tanggal = 27-01-2018</td> <td>Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.</td> </tr> </table>		Skala = 2:1	Nama = Winagil Catur A.B	Satuan = mm	Nim = 141903101048	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.																																		
Skala = 2:1	Nama = Winagil Catur A.B																																												
Satuan = mm	Nim = 141903101048																																												
Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.																																												
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji Bearing Untuk Mengetahui Nilai Rolling Rosistence Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		Peringatan	No																																								
				A4																																									



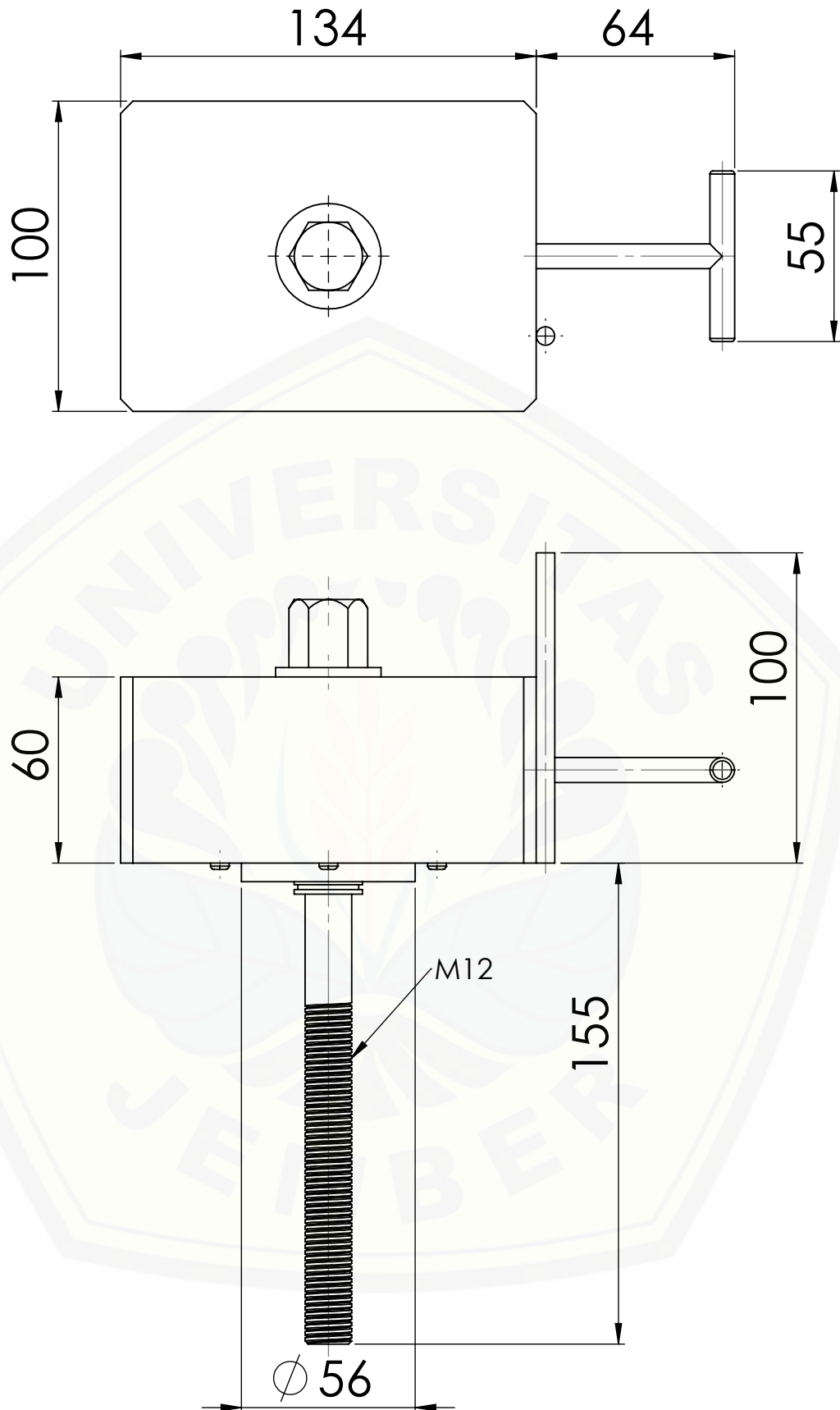
1	Kopel Poros	ST 27	1	Keterangan
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	
	Skala = 1:2	Nama = Winagil Catur A.B	Peringatan	
	Satuan = mm	Nim = 141903101048		
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.		
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 04
				A4

A

B

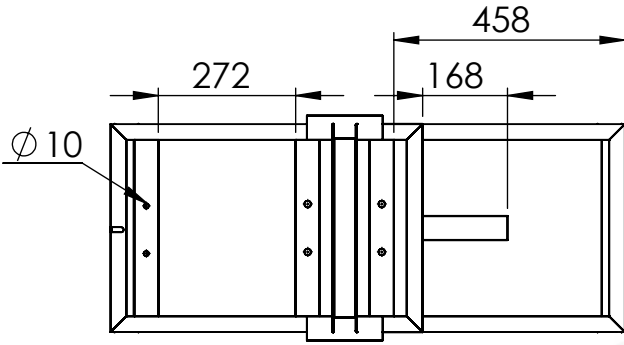
C

D



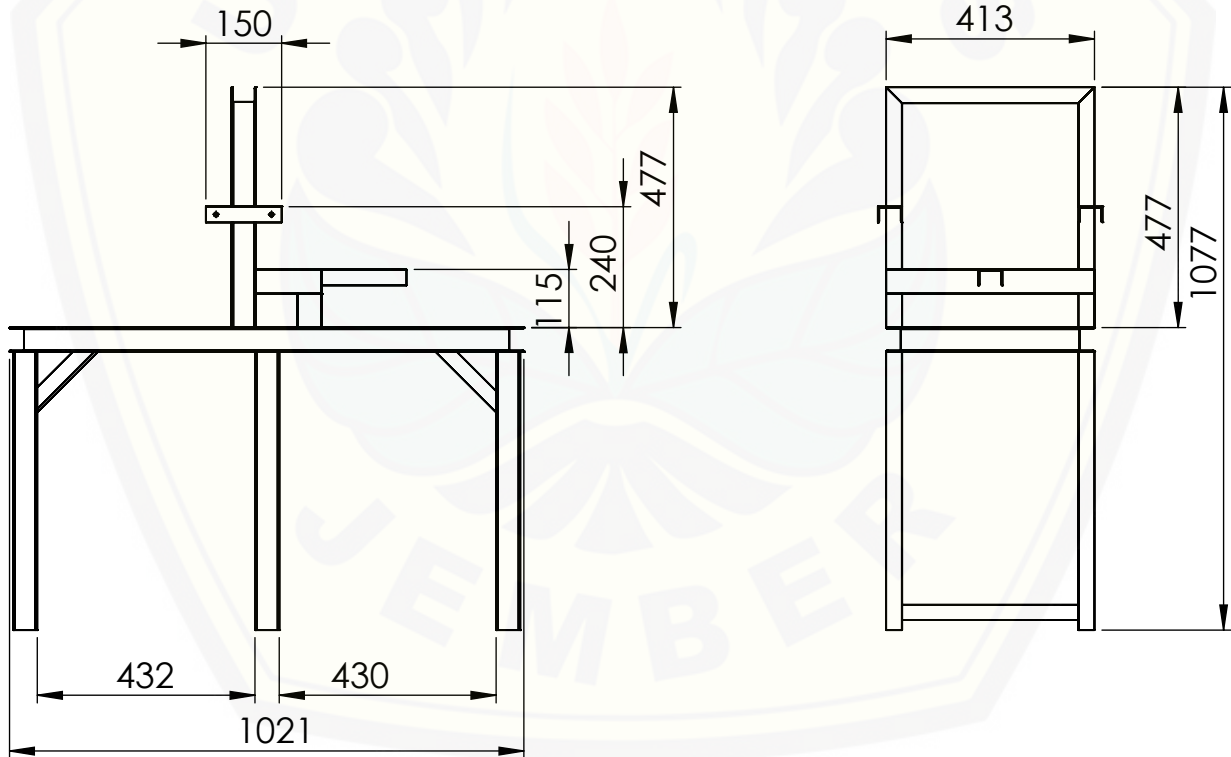
1	Mekanisme Beban Radial	ST 27	1	Keterangan
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	
	Skala = 1:2	Nama = Winagil Catur A.B	Peringatan	
	Satuan = mm	Nim = 141903101048		
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.		
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 05
				A4

A



B

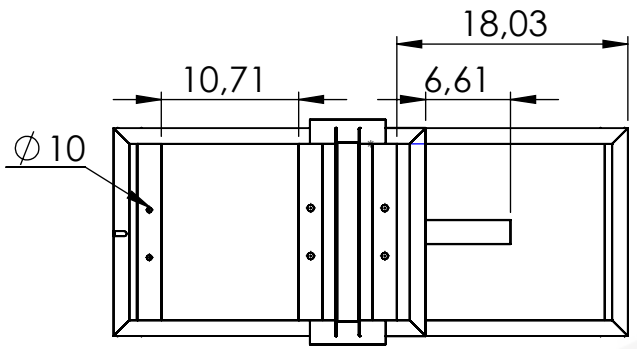
C



D

1	Baja UNP	Baja UNP	1	
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Keterangan
	Skala = 2:1	Nama = Winagil Catur A.B		Peringatan
	Satuan = mm	Nim = 141903101048		
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.		
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 01
				A4

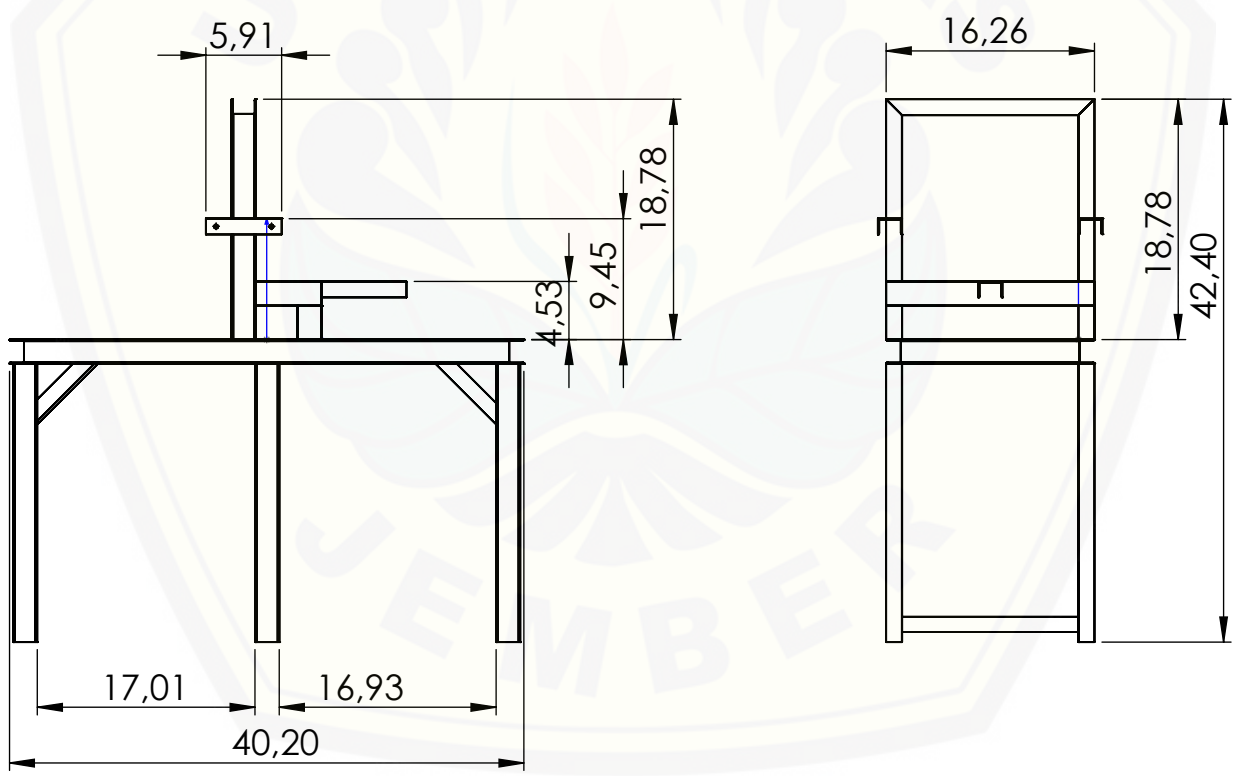
A



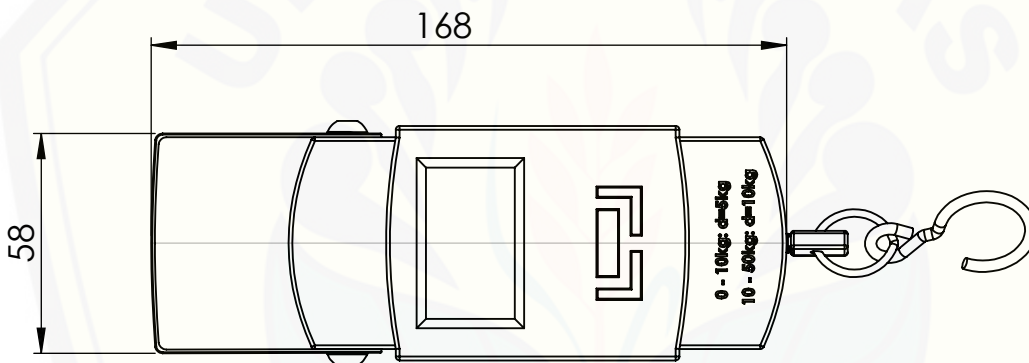
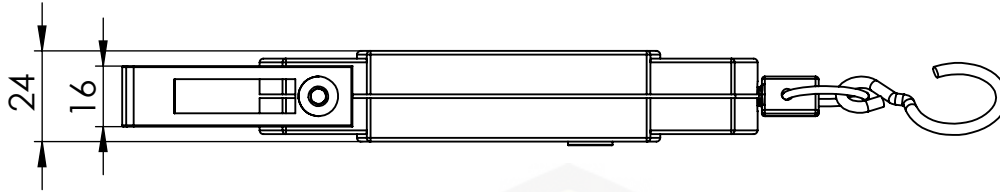
B

C

D



1	Baja UNP	Baja UNP	1	Keterangan
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	
	Skala = 2:1	Nama = Winagil Catur A.B	Peringatan	
	Satuan = mm	Nim = 141903101048		
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.		
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		A4



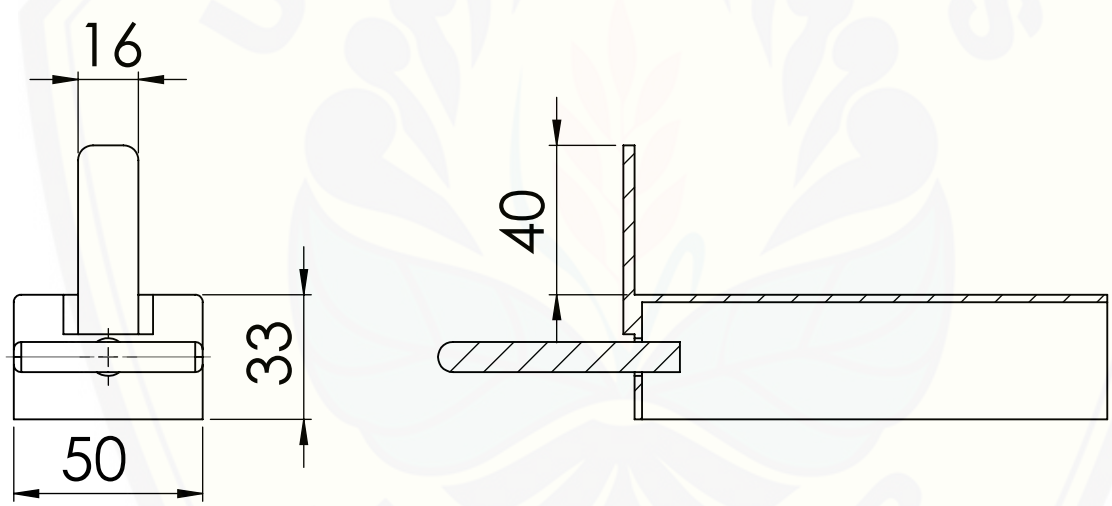
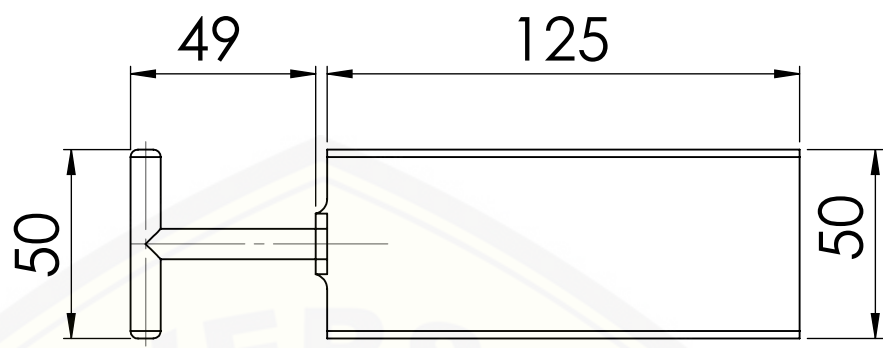
1	Timbangan <i>Load cell</i>	Pabrikasi	1	
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah	Keterangan
	Skala = 1:1	Nama = Winagil Catur A.B		Peringatan
	Satuan = mm	Nim = 141903101048		
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.		
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 06 A4

A

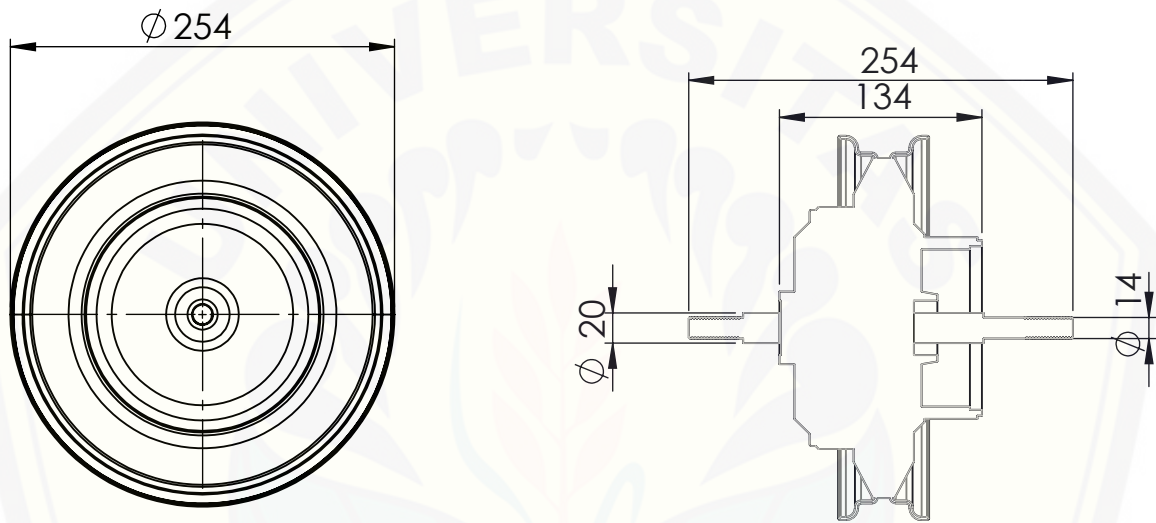
B

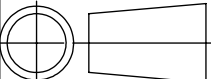
C

D



1	<i>Erretan Beban Aksial</i>	ST 27	1	Keterangan	
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah		
	Skala = 1:2	Nama = Winagil Catur A.B	Peringatan		
	Satuan = mm	Nim = 141903101048			
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.			
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 07	A4



1	Motor Listrik	Pabrikasi	1	Keterangan	
No	Nama Bagian	Bahan	Jumlah		
	Skala = 1:2	Nama = Winagil Catur A.B	Peringatan		
	Satuan = mm	Nim = 141903101048			
	Tanggal = 27-01-2018	Diperiksa = Ahmad Adib.R.,S.T.,M.T.			
TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		Rancang Bangun Alat Uji <i>Bearing</i> Untuk Mengetahui Nilai <i>Rolling Rosistence</i> Pada Mobil Listrik (Bagian Statis)		No 03	A4