



**RANCANG BANGUN BAGIAN STATIS MESIN POLES SPESIMEN
METALURGI DENGAN 4 TINGKAT KEKASARAN AMPELAS**

PROYEK AKHIR

Oleh:

Sucipto
131903101014

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**RANCANG BANGUN BAGIAN STATIS MESIN POLES SPESIMEN
METALURGI DENGAN 4 TINGKAT KEKASARAN AMPELAS**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (D3)
dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh:

Sucipto
131903101014

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Samini dan Ayahanda Supar yang 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;
2. Adinda Muhamad Sokoyo dan Siti Khotimah yang telah menjadi pelipurlara dalam setaip sepiku, serta dukungan yang berupa penyemangat.
3. Dosen, dan seluruh civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, guru-guru sejak SMK, SLTP hingga SD, yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Universitas Jember Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa yang ada pada diri mereka”

(terjemahan Surat Ar-Ra’d ayat 11)

“Ketika dunia jahat padamu maka, kamu harus menghadapinya. Karena tak seorang pun yang akan menyelamatkan mu jika kau tidak berusaha. Jikalau kau mengalami kegagalan, itu hanyalah sebuah kesuksesan yang tertunda. Dan sesungguhnya kesuksesan hanyalah milik orang-orang yang mau berusaha”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sucipto

NIM : 131903101014

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Bagian Statis Mesin Poles Spesimen Metalurgi dengan 4 Tingkat kekerasan Ampelas" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juni 2016

Yang Menyatakan,

Sucipto
NIM.131903101014

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN BAGIAN STATIS MESIN POLES SPESIMEN
METALURGI DENGAN 4 TINGKAT KEKASARAN AMPELAS**

Oleh
Sucipto
NIM 131903101014

Pembimbing:

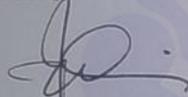
Dosen Pembimbing Utama : Imam Sholahuddin, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Santoso Mulyadi, S.T., M.T.

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir berjudul " Rancang Bangun Bagian Statis Mesin Poles Spesimen Metalurgi dengan 4 Tingkat Kekasaran Ampelas" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :
hari, tanggal : Rabu, 22 Juni 2016
tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

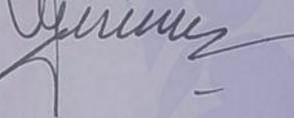
Ketua,



Imam Sholahuddin, S.T., M.T
NIP. 19811029 200812 1003

Tim Penguji,

Sekretaris,



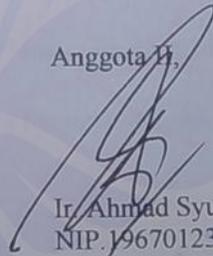
Santoso Mulyadi, S.T., M.T
NIP. 19700228 199702 1 001

Anggota I,



Boy Arief F, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19740901 199903 002

Anggota II,



Ir. Ahmad Syuhri, M.T
NIP. 19670123 199702 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,



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

RINGKASAN

Rancang Bangun Bagian Statis Mesin Poles Sepesimen Metalurgi dengan 4 Tingkat Kekasaran Ampelas; Sucipto, 131904101014; 2016; 98 halaman; Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

Perkembangan ilmu logam di bidang keteknikan berkembang sangat pesat. Ilmu logam berperan penting dalam perindustrian guna untuk meningkatkan kekuatan suatu material. Penelitian banyak dilakukan dengan berbagai pengujian baik secara fisik maupun pengujian *micro*. Oleh sebab itu penulis merencanakan mesin poles dengan 4 tingkat kekasaran ampelas dengan tujuan memepermudah pemolesan suatu material. Dengan empat tingkat kekerasan ampelas ini diharapkan dapat memepersingkat waktu proses *poleshing* dan sesuai dengan kebutuhan untuk pengujian struktur *micro*.

Prinsip kerja mesin poles spesimen ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak awal. Dengan menggunakan transmisi *pulley* dan sabuk *Vbelt* sebagai pengantar daya. Menggunakan *disc* yang tergabung disebuah poros yang duduk pada sebuah bantalan *glinding* yang menjadi tempat dudukan ampelas. Serta enggunakan air sebagai media pendingin.

Rangka alat poles spesimen ini memiliki dimensi panjang 600mm, lebar 450mm dan tinggi 200mm. Dengan menggunakan bahan rangka St-37 profil siku dengan ukuran 30mm x 30mm x 3mm. Penyambungan dilakukan dengan pengelasan memnggunakan elektroda AWS E 6013 dengan diameter 2,6mm yang digunakan untu segala jenis pengelasan. Baut M10x1,5 sebagai pengikat motor dan baut M6x1,25 sebagai pengikat dudukan *bearing*.

Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali dengan menggunakan spesimen dan tanpa spesimen. Dari hasil pengujian tidak di temukan retakan pengelasan, kendur baut, patah baut dan getaran pada rangka. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa rangka dari mesin poles ini mampu menahan gaya-gaya yang bekerja.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ” Rancang Bangun Bagian Statis Mesin Poles Spesimen Metalurgi dengan 4 Tingkat Kekasaran Ampelas” Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Hari Arbiantara Basuki S.T., M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Imam Sholahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini sehingga dapat terlaksana dengan baik;
4. Boy Arief F, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya;
5. Dr. Nasrul Ilminnafik S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah;
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, saran dan kritik kepada penulis;
7. Ibunda Samini dan Ayahanda Supar yang telah memberikan segalanya kepada penulis;

8. Adinda Muhamad Sokoyo dan Siti Khotimah yang telah memberikan semangat sempurna untuk penulis;
9. Ahmad Fitoyo (Otoy) yang telah dengan senang hati membantu pengajaran gambar kepada penulis;
10. Indra Wisnu Wardana (Indros), Sri Rahayu (Yuk sri), Yudi Bustamil Anggriawan (Angry bird), Muhammad Novan Hidayat(Paimin), Muhammad Mukhlisin (Muklis), Deni Angara Pratama Arifin (Mandor), Oktafian Nanda Nusiala (Mas pian), Reza Ariyanto (Barong), Bahtiar Faton Al Ghani, Priyo Agung W, Bagus Aprianto, Jelang Ikrar Madika, Muhammad Adli Alfarisi, Rizal Yefi Ekananta, Yuda Arianto, Yusuf Eko Prasetyo (Ucok), Nur Ahmad Hasan (Pak kos), Bayu Putro W, serta geng Trio duro: Lutfi Amin, Ifan Romadhani, Ika Angga Arisandi yang telah membantu tenaga dan fikiran dalam pembuatan mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas;
11. Teman-temanku seperjuangan Teknik Mesin 2013 yang selalu memberi *Support* dan saran kepada penulis;
12. Teman-temanku Binar Arum Oktavia (Mbak bin), Aris Wijaya, Moch.Rois Fatoni (Tondeng), Bintang Megi (Bang Meg), Sulastri(Trimbel), Arifa An Nuur, Adib Kurniawan (rispektor) Niko Kurnia Putra(Mas Nik) yang selalu membantu tenaga, *support* kepada penulis;
13. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

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

Jember, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB 2. LATAR BELAKANG	4
2.1 Pengujian Metalografi	4
2.1.1 <i>Sampling Position</i> (Proses Pengambilan Sampel)	4

2.1.2 <i>Cutting</i> (Pemotongan)	4
2.1.3 <i>Mounting</i> (Pemberian Pegangan pada Benda Uji yang Kecil)	5
2.1.4 <i>Grinding</i> (Pengikisan Kasar)	5
2.1.5 <i>Polishing</i> (proses finishing)	6
2.1.6 Observasi	6
2.2 Ampelas	7
2.2.1 Macam-macam Ampelas	7
2.2.2 Tingkat Kehalusan	8
2.3 Proses Perancangan Rangka	9
2.3.1 Perencanaan Batang Kontruksi Penyangga Poros Pada Rangka	10
2.3.2 Perencanaan Batang Kontruksi Penyangga Motor Pada Rangka	13
2.3.3 Bahan Rangka	16
2.3.4 Perencanaan pengelasan (<i>welding</i>)	17
2.3.6 Perhitungan Kekuatan Las	18
2.4 Perencanaan Baut dan Mur	20
2.4.1 Perancangan Perhitungan Baut dan Mur	20
2.5 Perencanaan Kerja Bangku	22
2.6 Perencanaan Pemesinaan	23
2.6.1 Pengeboran	23
2.6.2 Pembubutan	25
2.7 Perencanaan <i>Body</i>	25
2.8 perencanaan perpipaan	26
BAB 3. METODOLOGI KEGIATAN	27

3.1.1 Alat	27
3.1.2 Bahan	27
3.2 Waktu dan Tempat	27
3.2.1 Waktu	27
3.2.2 Tempat	28
3.3 Metode Pelaksanaan	28
3.3.1 Pencarian Data	28
3.3.2 Studi Pustaka	28
3.3.3 Perancangan dan Perencanaan	28
3.3.4 Proses Pembuatan	29
3.3.5 Proses Perakitan	29
3.3.6 Pengujian Rangka dan Alat	30
3.3.7 Pembuatan Laporan	30
3.4 <i>Flow Chart</i>	31
BAB 4 PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	32
4.1.2 Cara kerja mesin	32
4.2 Analisa Hasil dan Perhitungan Rangka	33
4.3 Hasil Perancangan Las	34
4.4 Hasil Perancangan Baut dan Mur	34
4.5 Hasil Manufaktur	36
4.5.1 Pemotongan	36
4.5.2 Pengeboran	36

4.5.3 Pengelasan	37
4.5.4 Pembubutan disk	37
4.5.5 Pembubutan dudukan <i>bearing</i>	38
4.5.6 Perakitan	38
4.6 Hasil Pengujian Rangka	39
4.6.1 Prosedur pengujian rangka, mur, baut dan las	39
4.7 Hasil <i>Body</i>	40
4.8 Hasil Perpipaan	41
BAB 5 PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN A PERHITUNGAN	43
A.1 Berat komponen	43
A.2 Perencanaan batang penumpu terpusat	44
A.3 Perencanaan pengelasan	53
A.4 Perencanaan Mur dan baut	56
A.5 Proses pengeboran	63
A.6 Perencanaan perpipaan	76
LAMPIRAN B. TABEL	78
LAMPIRAN C. GAMBAR	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengambilan pesimen	4
Gambar 2.2 Hasil pemotongan spesimen	5
Gambar 2.3 Proses pengerindaan	6
Gambar 2.4 Hasil <i>polishing</i>	6
Gambar 2.5 Hasil penliyhambilan foto mikro	7
Gambar 2.6 Berbagai macam ampelas	7
Gambar 2.7 Ampelas kain atau ampelas kering	8
Gambar 2.8 Ampelas kertas atau ampelas serba guna	8
Gambar 2.9 Analisis gaya batang pada tumpuan penyangga poros	10
Gambar 2.10 Potongan I bidang geser	11
Gambar 2.11 Potongan II bidang geser	11
Gambar 2.12 Potongan III bidang geser	11
Gambar 2.13 Potongan I bidang momen	12
Gambar 2.14 Potongan II bidang momen	12
Gambar 2.15 Potongan III bidang momen	12
Gambar 2.16 Analisis gaya batang terpusat	13
Gambar 2.17 Potongan I bidang geser	14
Gambar 2.18 Potongan II bidang geser	14

Gambar 2.19 Potongan I bidang momen	14
Gambar 2.20 Potongan II bidang momen	15
Gambar 2.21 Tegangan lentur	15
Gambar 4.1 Mesin poles spesimen	31
Gambar 4.2 Rangka mesin poles spesimen	32
Gambar A.1 Rangka mesin poles spesimen	42
Gambar A.2 Gaya terpusat pada batang MN	43
Gambar A.3 Potongan I bidang geserMN	44
Gambar A.4 Potongan II bidang geser MN	44
Gambar A.5 Potongan III bidang geser MN	45
Gambar A.6 Potongan I bidang momen MN	45
Gambar A.7 Potongan II bidang momen MN	45
Gambar A.8 Potongan III bidang momen MN	46
Gambar A.9 Gaya terpusat pada batang OP	47
Gambar A.10 Potongan I bidang geser OP	48
Gambar A.11 Potongan II bidang geser OP	48
Gambar A.12 Potongan I bidang momen OP	48
Gambar A.13 Potongan II bidang momen OP	49
Gambar A.14 Penampang besi siku	50

Gambar A.15 Penampang Pengelasan	53
Gambar A.16 Mesin poles	93
Gambar A.17 Sistem perakitan Pully	93
Gambar A.18 Rangka mesin poles	94
Gambar A.19 <i>Body</i> mesin poles	94
Gambar A.20 Dudukan <i>bearing</i>	95
Gambar A.21 Pully mesin poles	95
Gambar A.22 Bahan perpipaan	96
Gambar A.23 Disk dan cincin pengikat	96
Gambar A.24 Proses pengelasan	97
Gambar A.25 Pembubutan disk	97
Gambar A.26 pembubutan dudukan <i>bearing</i>	98
Gambar A.27 Pengukuran kecepatan	98



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar nomor dan pengaplikasian ampelas	9
Tabel 2.2 Macam-macam bahan rangka	16
Tabel 2.3 Kekuatan bahan	17
Tabel 4.1 Total waktu pengeboran	36
Tabel 4.2 Hasil pengujian rangka, sambungan las, baut dan mur secara visual tanpa ada beban.....	38
Tabel 4.3 Hasil pengujian rangka, sambungan las, baut dan mur secara visual dengan ada beban.....	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metalurgi adalah ilmu khusus untuk mempelajari bahan-bahan logam, sifat logam dan struktur logam. Dimana ilmu logam ini bukan atas dasar teori saja melainkan atas dasar pengamatan, penelitian dan pengujian. Inti sari dari metalurgi sendiri adalah mempelajari hubungan antara struktur suatu paduan dengan sifat-sifatnya dan kemudian menggunakan pengetahuan itu untuk mengubah sifat mekaniknya yang di pengaruhi oleh struktur tersebut melalui modifikasi struktur.

Dalam proses metalurgi, untuk melihat struktur mikro suatu bahan ada beberapa proses yang akan dilakukan yaitu *Sampling position, Cutting, mounting, grinding, polishing*, dan setelah itu baru observasi. Proses *grinding* dan *polishing* merupakan proses yang sangat penting untuk membuat permukaan sampel menjadi halus. *Polishing* digunakan untuk meningkatkan benda kerja tampak mengkilap, halus, mencegah kontaminasi kepada sampel menghilangkan oksidasi, atau mencegah korosi pada sampel. Untuk proses *polishing* ini dibutuhkan waktu yang relatif lama untuk memoles dan tenaga yang cukup besar apabila dilakukan secara manual agar hasil sesuai dengan kebutuhan pengujian metalurgi. Maka untuk melakukan proses *polishing* diperlukan mesin poles.

Mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas ini merupakan suatu alat yang berfungsi untuk proses *polishing* dimana di permukaan spesimen tersebut tampak halus tanpa adanya goresan. Fungsi utama dari mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas menghilangkan goresan-goresan dari sisa-sisa pengerjaan sebelumnya (pemotongan).

Dalam praktikum pengujian bahan seharusnya terdapat penelitian tentang struktur mikro logam besi. Untuk melakukan pengujian struktur mikro di perlukan spesimen yang halus. Sedangkan mesin poles yang digunakan masih kurang simpel

dan belum sempurna. Dengan adanya mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas diharapkan dapat menunjang praktikum pengujian bahan.

1.2 Rumusan Masalah

Mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas pada prinsipnya sama dengan mesin poles yang berada di lab pengelasan. Mesin ini menggunakan 4 disk pengampelasan yang berbeda yakni dengan ukuran 300, 400, 1000, dan 1500. Dengan ada 4 disk ini diharapkan pada praktikan tidak perlu mengganti dan merubah kecepatan yang dibutuhkan untuk menghasilkan spesimen yang sesuai dengan prosedur pengujian.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah proyek akhir ini yang akan dibahas adalah bagian statis yaitu sebagai berikut :

1. Perencanaan kerangka dari mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas.
2. Perencanaan sambungan las pada rangka.
3. Perencanaan pengikat mur dan baut.
4. Proses manufaktur yang bersifat statis.

1.4 Tujuan

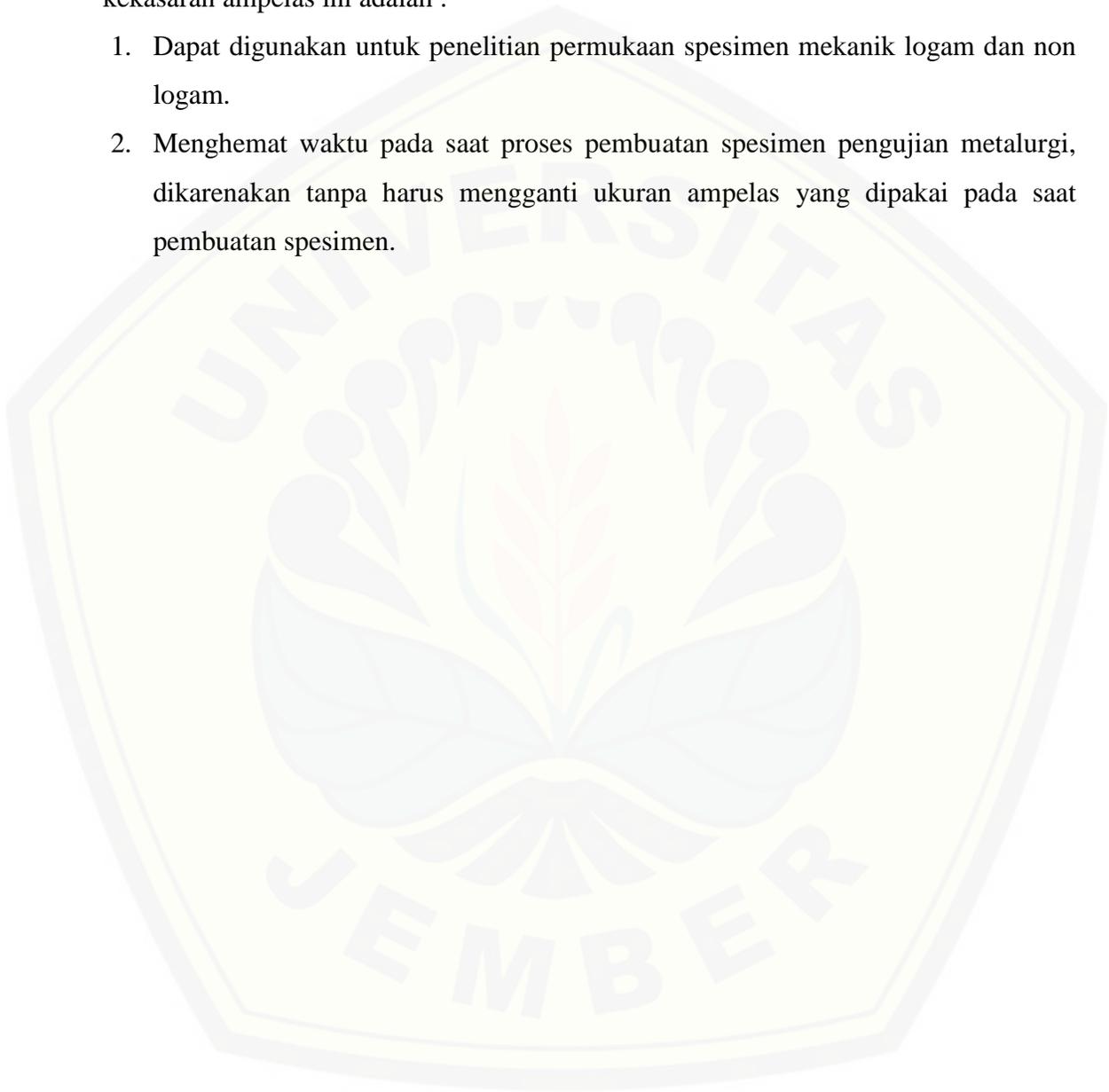
Tujuan dari proyek akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas.
2. Mendesain kerangka mesin poles spesimen metalurgi yang kuat agar mampu menahan beban mesin dan bahan saat proses pemolesan.

1.5 Manfaat

Adpun manfaat dari mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas ini adalah :

1. Dapat digunakan untuk penelitian permukaan spesimen mekanik logam dan non logam.
2. Menghemat waktu pada saat proses pembuatan spesimen pengujian metalurgi, dikarenakan tanpa harus mengganti ukuran ampelas yang dipakai pada saat pembuatan spesimen.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengujian Metalografi

Dalam proses metalografi, untuk melihat struktur mikro suatu bahan ada beberapa proses yang akan dilakuakn. Yaitu *Sampling position*, *Cutting*, *mounting*, *grinding*, *polishing* dan setelah itu baru observasi. Proses *grinding* dan *polishing* merupakan proses yang sangat penting untuk membuat permukaan sampel menjadi halus.

2.1.1 *Sampling Position* (Proses Pengambilan Sampel)

Pemilihan sampel yang tepat dari suatu benda uji studi mikroskopik merupakan hal yang sangat penting. Pemilihan sampel tersebut didasarkan pada tujuan pengamatan yang hendak dilakukan. Pengambilan sampel dilakukan pada daerah yang akan diamati mikrostruktur maupun makrostrukturnya. Sebagai contoh untuk pengamatan mikrostruktur material yang mengalami kegagalan, maka sampel diambil sedekat mungkin pada daerah kegagalan (pada daerah kritis dengan kondisi terparah), untuk kemudian dibandingkan dengan sampel yang diambil dari daerah yang jauh dari daerah gagal. Kalau untuk ukuran butir, pengambilan sampel sebaiknya pada arah longitudinal dan diambil dengan ukuran $\frac{1}{4}$ lebarnya. Untuk mengetahui penyebab material gagal dilakukan analisis metalografi. Dilakukan perbandingan analisis untuk membandingkan struktur mikro di daerah awal retak, terkena gagal, dan daerah tidak terkena gagal.



Gambar 2.1 Pengambilan spesimen.

2.1.2 *Cutting* (Pemotongan)

Cutting adalah proses bagian dari pengambilan sampel. Pemotongan yang dilakukan harus tepat dan hati-hati, karena jika tidak maka akan dapat menyebabkan struktur mikro berubah atau rusak. Misalnya pemotongan dengan cara pengelasan. Dalam proses pemotongan pasti terjadi gesekan antara dua logam, yaitu antara logam yang ingin dipotong dengan alat pemotongnya (gergaji). Oleh karena itu, dalam pemotongan harus dijaga jangan sampai adanya gesekan yang dapat menghasilkan panas berlebih agar tidak merusak struktur mikro sehingga diperlukannya *coolants*.



Gambar 2.2 Hasil pemotongan Spesimen.

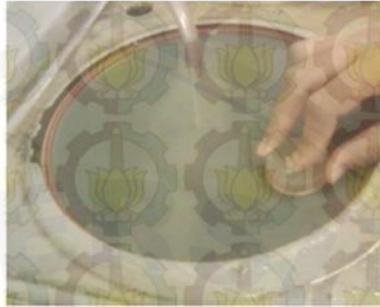
2.1.3 *Mounting* (Pemberian Pegangan pada Benda Uji yang Kecil)

Pada dasarnya, sampel yang diuji berukuran sangat kecil atau memiliki bentuk yang tidak beraturan sehingga sangat sulit dalam penanganan untuk proses preparasi selanjutnya yaitu *grinding* dan *polishing*. Oleh karena itu untuk mudah penanganannya atau memudahkan kita memegang benda uji, maka sampel harus *mounting*. Proses *mounting* dilakukan dengan cara menempatkan benda uji dalam suatu media *mounting* seperti, pemberian gagang pemegang dari pengecoran resin dan katalis.

2.1.4 *Grinding* (Pengikisan Kasar)

Grinding merupakan salah satu tahap preparasi spesimen dimana dalam proses ini dilakukan pengampelasan. Permukaan spesimen hasil dari proses sebelumnya, pasti memiliki permukaan yang tidak rata, terkorosi, terdapat gesekan bahkan korositas. Untuk meratakan dan menghilangkan itu semua maka dilakukan *grinding*. Pengampelasan dilakukan dengan ampelas yang ukurannya berbeda-beda yaitu

ukuran kertas ampelas dengan mesh rendah (kasar) bergilir menuju mesh tinggi (halus).



Gambar 2.3 Proses Penggerindaan.
(Sumber: Laporan ilmu bahan)

2.1.5 *Polishing* (proses finishing)

Secara metalografi, *polishing* adalah proses terakhir dari bagian preparasi spesimen untuk mendapatkan permukaan benda kerja yang halus dengan menggunakan mesin poles metalografi yang terdiri dari piringan yang berputar dan didalamnya menggunakan gaya abrasif. *Polishing* sering Digunakan untuk meningkatkan benda kerja tampak mengkilap, halus, mencegah kontaminasi peralatan medis, menghilangkan oksidasi, atau mencegah korosi pada pipa. Dalam metalografi dan metalurgi, *polishing* Digunakan untuk membuat plat rata, membuat permukaan benda kerja bebas dari cacat sehingga memudahkan dalam pemeriksaan mikrostruktur logam dengan mikroskop.



Gambar 2.4 Hasil *polishing*.

2.1.6 Observasi

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik. Pengamatan ini dilakukan setelah pemolesan hingga tahap pencucian selesai. Dalam prosesnya kita

mengamati gambaran topografi struktur mikro spesimen yang telah dipreparasi menggunakan mikroskop cahaya. Mikroskop cahaya menyediakan gambaran struktur dua-dimensional dengan perbesaran total dari 40x hingga 1250x (Tri Djaka, 2009).



Gambar 2.5 Hasil pengambilan foto mikro.

(Sumber: <http://ardra.biz/wp-content/uploads/2012/04/Struktur-Mikro-Baja-Karbon-Rendah-Sedang-dan-Tinggi.jpg>)

2.2 Ampelas

Ampelas adalah sejenis alat kerja yang terbuat dari kertas atau kain yang telah ditambahkan dengan bahan yang kasar seperti butiran pasir sehingga kadang-kadang disebut juga dengan kertas pasir. Ampelas berfungsi untuk membuat permukaan benda yang kasar menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan permukaan kasarnya ke permukaan suatu bahan atau benda. Semakin besar angka yang tertulis menunjukkan semakin halus dan rapat susunan pasir Ampelas tersebut.



Gambar 2.6 Berbagai macam ampelas.

(sumber: <http://www.sarana-bangunan.com/2014/12/macam-macam-Ampelas.html>)

2.2.1 Macam-Macam Ampelas

Ampelas dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Ampelas Kain, adalah Ampelas yang lembaran dasarnya terbuat dari bahan kain. Ampelas jenis ini sering Digunakan dalam industri bangunan. Ampelas jenis ini

memiliki permukaan yang kasar dan mudah rontok bila terkena air. Makanya Ampelas jenis ini sering dengan Ampelas kering.



Gambar 2.7 Ampelas kain atau Ampelas kering.

(sumber: <http://www.sarana-bangunan.com/2014/12/macam-macam-Ampelas.html>)

2. Ampelas Kertas, yaitu Ampelas dengan lembaran dasar berbahan kertas. Ampelas jenis ini yang paling banyak digunakan. Ampelas kertas bisa juga disebut sebagai Ampelas serbaguna, karena bisa digunakan dalam keadaan kering ataupun basah. Pada persiapan permukaan pengecatan dan proses finishing (pemolesan) penggunaan Ampelas kertas cenderung digunakan dalam keadaan basah. Menggunakan Ampelas kertas dalam keadaan basah akan membuat goresan pada permukaan lebih merata.



Gambar 2.8 Ampelas kertas atau Ampelas serbaguna.

(sumber: <http://www.sarana-bangunan.com/2014/12/macam-macam-Ampelas.html>)

2.2.2 Tingkat Kehalusan

Dibagian belakang lembaran Ampelas biasanya terdapat kode dengan nomor yang berbeda-beda. Kode nomor tersebut adalah untuk membedakan tingkat halus atau kasarnya Ampelas. nomor Ampelas paling kecil menunjukkan bahwa Ampelas

tersebut adalah Ampelas kasar. Semakin besar nomor kode yang terdapat pada bagian belakang Ampelas maka semakin halus permukaan Ampelas tersebut.

Tabel 2.1 Daftar nomor dan pengaplikasian Ampelas.

No	Ukuran	Aplikasi
1.	60 dan 80	Biasanya Digunakan untuk mengupas permukaan cat yang rusak untuk dilakukan pendempulan ulang.
2.	120 dan 150	Digunakan untuk mengikis dempul dasar dan membuat bentukan pola nat body.
3.	240 dan 360	Digunakan untuk menghaluskan dempu lapisan kedua. perisapan <i>surfacer</i> (epoxy).
4.	400, 600 dan 800	Digunakan untuk menghaluskan permukaan epoxy dan persiapan pengecatan.
5.	1000 dan 1200	Digunakan untuk persiapan pengecatan tanpa pendempulan.
6.	1500 dan 2000	Digunakan untuk proses persiapan pemolesan (<i>finishing</i>).
7.	2500	Sejauh ini Ampelas paling halus adalah dengan kode nomor #2500, adapun jika ada <i>gred</i> yang lebih halus dari Ampelas #2500 bentuknya sudah bukan lembaran kertas pasir, tapi berbentuk pasta berupa Compounding Polish.

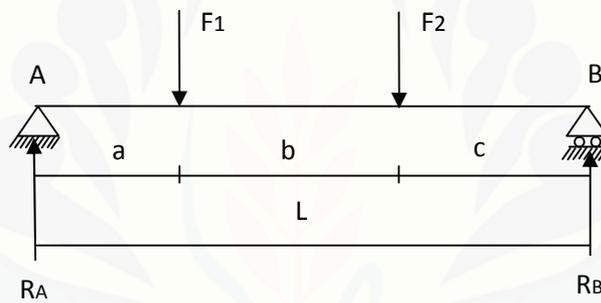
2.3 Proses Perancangan Rangka

Rangka dirancang untuk mendukung beban dalam bentuk tertentu dan yang terpenting dalam perancangan rangka 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 .

Semua gaya yang bekerja pada benda dianggap bekerja pada titik tersebut dan jika gaya-gaya ini tidak seimbang maka benda mengalami gerak translasi. 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: $F_y = 0$ dan $M_y = 0$ (Tood, 1984).

2.3.1 Perencanaan Batang Kontruksi Penyangga Poros Pada Rangka

Jika pada suatu batang dikenai beban maka batang 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 batang tanpa menyebabkan tekukan (*buckling*) disebut beban kritis.



Gambar 2.9 Analisis gaya batang pada tumpuan penyangga poros

Syarat keseimbangan

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

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

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

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

Gaya reaksi pada tumpuan R

Selanjutnya melakukan perancangan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- a. Menentukan beban F_1 dan F_2 yang dialami rangka.
- b. Menentukan gaya aksi-reaksi pada tumpuan A dan B

$\Sigma M_a = 0$

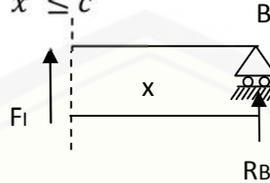
$R_b \cdot L - F_1 \cdot a - F_2 \cdot (a+b) = 0 \dots\dots\dots(2.1)$

$\Sigma M_b = 0$

$$R_a \cdot L - F_1 \cdot (b+c) - F_2 \cdot c = 0 \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Menentukan bidang gaya geser

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



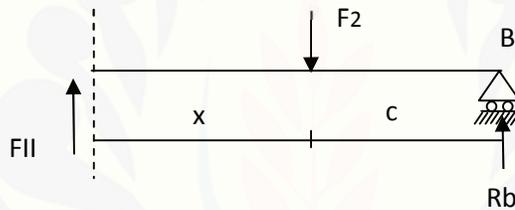
Gambar 2.10 Potongan I bidang geser

$$F = 0$$

$$F_1 + R_b = 0$$

$$F_1 = - R_b \dots\dots\dots(2.3)$$

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



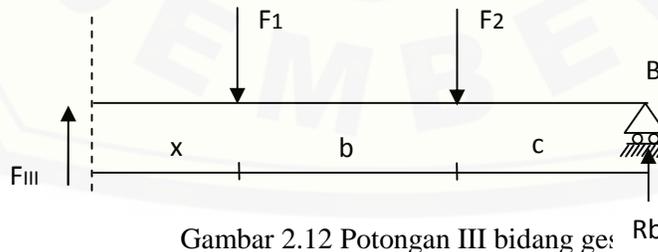
Gambar 2.11 Potongan II bidang geser

$$F = 0$$

$$F_{II} - R_b + F_2 = 0$$

$$F_{II} = R_b - F_2 \dots\dots\dots(2.4)$$

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



Gambar 2.12 Potongan III bidang geser

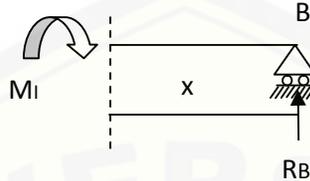
$$F = 0$$

$$F_{III} - R_b + F_2 + F_1 = 0$$

$$F_{III} = R_b - F_2 - F_1 \dots \dots \dots (2.5)$$

d. Menentukan bidang gaya momen

Potongan I dengan batas $0 \leq x \leq c$



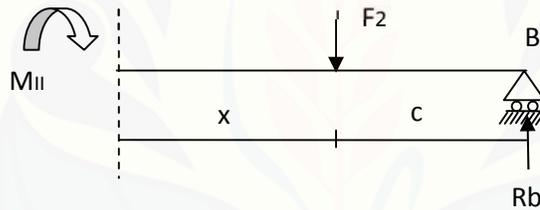
Gambar 2.13 Potongan I bidang momen

$$M = 0$$

$$M_I - R_b \cdot x = 0$$

$$M_I = R_b \cdot x \dots \dots \dots (2.6)$$

Potongan II dengan batas $0 \leq x \leq b$



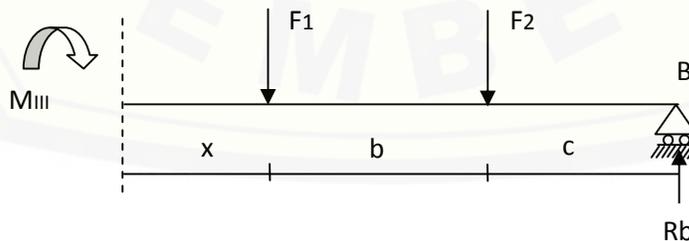
Gambar 2.14 Potongan II bidang momen

$$M = 0$$

$$M_{II} - R_b \cdot (c + x) - F_2 \cdot x = 0$$

$$M_{II} = R_b \cdot (c + x) - F_2 \cdot x \dots \dots \dots (2.7)$$

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



Gambar 2.15 Potongan III bidang momen

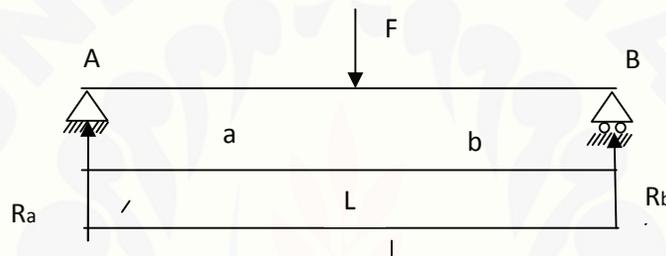
$$M = 0$$

$$M_{III} - R_b \cdot (c + b + x) - F_2 \cdot (c + x) - F_1 \cdot (c + b + x) = 0$$

$$M_{III} = R_b \cdot (c + b + x) - F_2 \cdot (c + x) - F_1 \cdot (c + b + x) \dots \dots \dots (2.8)$$

2.3.2 Perencanaan Batang Kontruksi Penyangga Motor Pada Rangka

Jika pada suatu batang dikenai beban maka batang 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 batannng tanpa menyebabkan tekukan (*buckling*) disebut beban kritis.



Gambar 2.16 Analisis gaya batang beban terpusat

Syarat keseimbangan

$$F_x = 0 \text{ (gaya lintang arah sumbu x)}$$

$$F_y = 0 \text{ (gaya lintang arah sumbu y)}$$

$$M_x = 0 \text{ (momen lentur arah sumbu x)}$$

$$M_y = 0 \text{ (momen lentur arah sumbu y)}$$

Gaya reaksi pada tumpuan R

Apabila gaya yang terjadi pada batang konstruksi dengan tumpuan sederhana (beban terpusat), maka gaya reaksi pada tumpuan R adalah :

Selanjutnya melakukan perancangan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- a. Menentukan beban (F) yang dialami rangka
- b. Menentukan gaya aksi-reaksi pada tumpuan A dan B

$$\Sigma M_a = 0$$

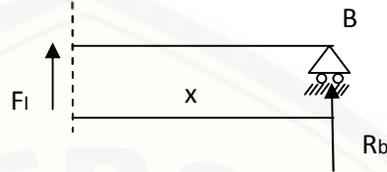
$$R_b \cdot L - F \cdot a = 0 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$R_a \cdot L - F \cdot b = 0 \dots\dots\dots(2.10)$$

c. Menentukan bidang gaya lintang

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



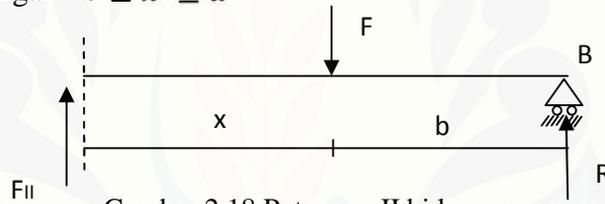
Gambar 2.17 Potongan I bidang geser

$$F = 0$$

$$F_I + R_b = 0$$

$$F_I = - R_b \dots\dots\dots(2.11)$$

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



Gambar 2.18 Potongan II bidang geser

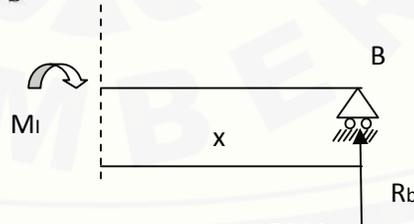
$$F = 0$$

$$F_{II} + R_b - F = 0$$

$$F_{II} = - R_b + F \dots\dots\dots(2.12)$$

d. Menentukan bidang momen

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



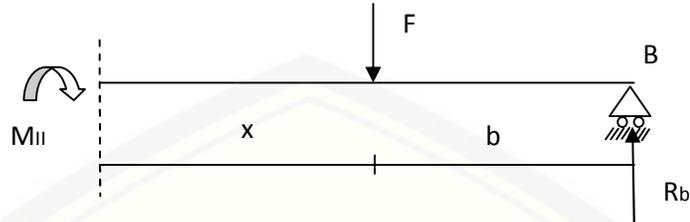
Gambar 2.19 Potongan I bidang momen

$$M = 0$$

$$M_I - R_b \cdot x = 0$$

$$M_I = R_b \cdot x \dots\dots\dots(2.13)$$

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



Gambar 2.20 Potongan II bidang momen

$$M = 0$$

$$M_{II} - R_b \cdot (b + x) - F \cdot x = 0$$

$$M_{II} = R_b \cdot (b + x) - F \cdot x \dots \dots \dots (2.14)$$

e. Menentukan tegangan lentur (bending)

$$= M \cdot y / I \dots \dots \dots (2.15)$$

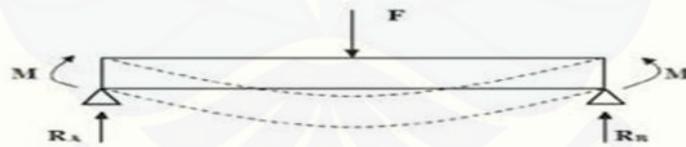
Dimana :

= tegangan lentur yang terjadi pada batang

M = momen lentur yang dialami pada batang

y = jarak serat terjauh dari sumbu tampang

I = momen inersia



Gambar 2.21 Tegangan lentur

f. Menentukan momen inersia

$$I = 1/12 m \cdot L^2 \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

I = Momen inersia (kg/m^2)

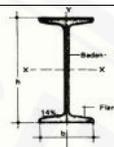
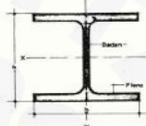
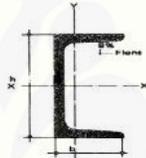
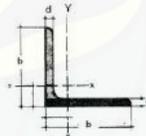
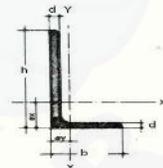
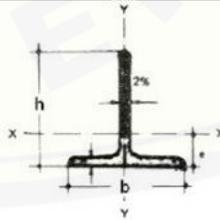
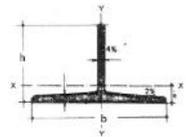
m = massa benda (m)

L = Lenganmomen

2.3.3 Bahan Rangka

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

Tabel 2.2 Macam-macam bahan 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 terdapat 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

2.3.4 Perencanaan Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu cara untuk menyambung dua buah benda logam dengan cara kedua benda tersebut dipanaskan dan disambungkan.

a. Metode pengelasan

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

1. Pengelasan tekan yaitu cara pengelasan yang sambungannya dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
2. 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.
3. Pematiran yaitu cara pengelasan yang sambungannya diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam, induk turut mencair.

b. *Kampuh las*

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

1. Pelat dengan ketebalan $\leq 2,5$ mm dapat diletakkan menjadi satu terhadap yang lain dan disambung dengan satu sisi.
2. 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 mengetam atau mengefrais atau dapat juga menggunakan dengan pembakar potong (proses persiapan tepi).

c. 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 factor penting untuk mengetahui bahan yang dapat dan mampu dilas:

1. Sifat fisik dan sifat kimia bahan untuk bagian hendak dilas termasuk (cara pengelasan, metode pemberian bentuk dan perlakuan panas).
2. Tebal bagian yang akan disambung, dimensi dan kekuatan konstruksi yang hendak dibuat.
3. Teknologi metode las yaitu sifat dan susunan elektroda, urutan pengelasan, perlakuan panas yaitu sebelum, selama, dan setelah pengelasan serta temperatur pada waktu pengelasan dilakukan.

2.3.5 Perhitungan Kekuatan Las

Sambungan las dengan menggunakan las pada konstruksi rangka banyak mengalami tegangan, terutama tegangan lentur 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).

a. Menentukan momen lentur

$$Mb = F \cdot \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

$$Mb = \text{momen lentur (N.mm)}$$

$F = \text{gaya (N)}$

$\gamma = \text{panjang benda yang mendapat beban kegaris normal (mm)}$

b. Menentukan tegangan normal dalam kampuh

$$\sigma' = \frac{Mb}{I_{total}} \cdot y \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

$\sigma' = \text{Tegangan normal}$

$Mb = \text{momen lentur (N.mm)}$

$I_{total} = \text{Momen inersia (mm}^4\text{)}$

$y = \text{Panjang benda kerja yang mendapat beban ke garis normal (mm)}$

c. Menentukan tegangan geser dalam kampuh

$$\tau' = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

$\tau' = \text{Tegangan geser dalam kampuh (N/mm}^2\text{)}$

$F = \text{Gaya (N)}$

$A = \text{Luas penampang kampuh (mm}^2\text{)}$

d. Menentukan resultan

$$\sigma v' = \sqrt{(\sigma')^2 + [1,8. (\tau')^2]} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana:

$v = \text{Tegangan resultan (N/mm}^2\text{)}$

$\tau' = \text{Tegangan geser dalam kampuh (N/mm}^2\text{)}$

e. Pengujian persyaratan kekuatan las

$$v' < \tau' \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana:

$v' = \text{Tegangan resultan (N/mm}^2\text{)}$

$\tau' = \text{Tegangan geser dalam kampuh (N/mm}^2\text{)}$

2.4 Perencanaan Baut dan Mur

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.

Baut dan mur dibagi menjadi 5 yaitu: baut penjepit, baut untuk pemakaian khusus, sekrup mesin, sekrup penyetap, sekrup pengetap, dan mur. Dalam perancangan mesin daur ulang gypsum hanya digunakan baut penjepit berbentuk baut tembus untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus yang diletakkan dengan sebuah mur.

2.4.1 Perancangan Perhitungan Baut dan Mur

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

$$W_{\max} = W_0 \cdot f_c \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana:

W = beban (N)

F_c = faktor koreksi

- b. Menentukan jenis bahan baut dan mur

Tegangan tarik yang diijinkan (σ_a)

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f} \dots \dots \dots (2.23)$$

Tegangan geser yang diijinkan (τ_a)

$$\tau_a = 0,5 \cdot \sigma_b \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana:

σ_a = Tegangan tarik yang diijinkan (N/mm²)

S_f = Faktor keamanan

σ_b = Kekuatan tarik (N/mm²)

a = Tegangan geser yang diijinkan (N/mm²)

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

$$d \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \text{ atau } \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana:

d = diameter inti yang diperlukan (mm)

W = beban rencana (N)

a = kekuatan tarik bahan yang diijinkan (N/mm²)

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

1. D = Diameter luar ulir dalam (mm)
2. P = Jarak bagi (mm)
3. d = Diameter inti (mm)
4. d₁ = Diameter efektif ulir dalam (mm)
5. H₁ = Tinggi kaitan (mm)

- e. Menentukan jumlah dan tinggi ulir yang diperlukan

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_2 \cdot q_a} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana:

Z = Jumlah ulir yang diperlukan

d₂ = diameter efektif ulir dalam (mm)

H₁ = Tinggi kaitan (mm)

q_a = Tekanan permukaan yang diijinkan (N/mm²)

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

$$H \geq (0,8 - 1,0) \cdot d \dots\dots\dots(2.27)$$

- g. Jumlah ulir yang dipakai adalah

$$Z_1 = \frac{H}{p} \dots\dots\dots(2.28)$$

h. Tegangan geser akar ulir baut

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d^1 \cdot k \cdot p \cdot z^1} \dots \dots \dots (2.29)$$

Dimana:

τ_b = Tegangan geser akar ulir baut (N/mm²)

K = Konstanta ulir metris $\approx 0,84$

i. Tegangan geser akan ulir mur adalah

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z^1} \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana

τ_n = Tegangan geser akar ulir mur (N/mm²)

D = Diameter ulir dalam

J = Konstanta jenis ulir metris $\approx 0,75$

j. Persyaratan kelayakan dari baut dan mur yang direncanakan

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

$$\tau_n \leq q_a \dots \dots \dots (2.32)$$

2.5 Perencanaan Kerja Bangku

Dalam perencanaan 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:

1. Pengukuran: merupakan membandingkan besaran yang akan diukur dengan suatu ukuran pembanding yang telah tertera. Macam-macam alat ukur panjang yang sederhana yaitu:
 - a. Mistar baja
 - b. Jangka
 - c. Meteran sabuk

2. Penggoresan adalah: proses untuk memberikan garis/gambar pada benda kerja sebelum benda itu dikerjakan lebih lanjut. Supaya garis penggoresan dapat dilihat dengan jelas maka benda kerja yang kasar dibubuhi pengolesan cairan kapur.
3. Penitik adalah: alat yang Digunakan untuk menandai titik dimana akan dilakukan pemboran. Alat ini terdiri dari kepala dan bondan. Ujung/kepala harus dijaga kelancipannya dengan sudut tertentu, biasanya sudut puncaknya dibuat 60° .
4. Gergaji adalah alat yang Digunakan untuk penceraian, pemotongan benda kerja dan untuk pengergajian alur dan celah-celah didalam benda kerja. Pada penuntutan gergaji dengan tepat dapat dihasilkan pemotongan yang datar, licin, serta potongan yang berukuran tepat dengan kerugian bahan yang sedikit.
5. Penggerindaan adalah suatu proses untuk mengasah benda kerja untuk membuat permukaan benda kerja menjadi lebih rata dengan menggunakan mesin gerinda. Secara umum mesin gerinda terdiri dari motor listrik, batu gerinda, poros, dan perlengkapan pendukung lainnya.

2.6 Perencanaan Permesinan

2.6.1 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 (Syamsir, 1986).

- a. Menentukan kecepatan potong (mm/menit)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \dots \dots \dots (2.33)$$

- b. Kecepatan pemakanan (mm/menit)

$$vf = f \cdot n \dots \dots \dots (2.34)$$

- c. Jarak bebas bor (mm)

$$A = 2 \cdot (0,3) \cdot D \dots \dots \dots (2.35)$$

- d. Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

$$L = t + l_1 + A \dots \dots \dots (2.36)$$

e. Waktu pengeboran (menit)

$$T_m = \frac{L}{v_f} + \text{Seting Pahat} \dots \dots \dots (2.37)$$

Dimana :

v_c = Kecepatan potong (mm/menit)

D = Diameter mata bor (mm)

n = Putaran bor (rpm)

v_f = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

s = Gerak pemakanan (mm/menit)

A = jarak bebas bor (mm)

L = Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

t = Tebal benda kerja yang akan di bor (mm)

l_1 = Jarak lebih pengeboran (mm)

T_m = Waktu proses pengeboran (menit)

2.6.2 Pembubutan

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang dalam proses kerjanya benda kerja bergerak dan di sayat dengan alat potong yang diam. Mesin ini umumnya digunakan untuk pengerjaan benda-benda yang ber bentuk silinder. Pada sistem pengerjaannya terbagi atas 2 langkah yakni *roughing* (pengerjaan kasar) dan pengerjaan *finishing*. Antara pembubutan *roughing* dan *finishing* memiliki perhitungan yang sama.

a. Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \dots \dots \dots (2.38)$$

b. Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \dots \dots \dots (2.39)$$

c. Jumlah penyayatan

$$A = \frac{A}{A_{max}} \dots\dots\dots(2.40)$$

d. Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot A \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana:

v_c = Kecepatan potong (mm/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = Putaran spindel (rpm)

A = Jumlah penyayatan

A = Tebal yang akan dikurangi (mm)

A_{max} = Tebal yang di tentukan (mm)

t_c = Waktu pengerjaan(menit)

L = Jarak panjang pembubutan (mm)

f = feeding

2.7 Perencanaan *Body*/ Rumah Mesin Poles

Pada proses pengampelasan dan pemolesan, mesin poles akan kontak dengan air sebagai media pendingin. Untuk itu perlu direncanakan pemilihan bahan untuk rumah mesin poles yang tahan terhadap air. Maka rumah mesin poles direncanakan dibuat menggunakan bahan fiber, yaitu campuran antara resin dan serat fiber yang tidak bereaksi dengan air. Selain itu fiber mudah dibentuk sesuai dengan disain rumah mesin poles yang diinginkan.

2.8 Perencanaan Perpipaian

Perpipaan berfungsi mengalirkan air dari penampungan menuju disk pengampelasan serta mengalir kepembuangan. Perpipaian ini terbagi atas dua bagian yaitu: Perpipaian aliran masuk dan perpipaian aliran buang yang masing –masing terbagi atas empat titik.

a. Persamaan massa

$$m_{\text{tot}} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 \dots \dots \dots (2.42)$$

b. Dengan $m = A \cdot V$ maka

$$A_{\text{tot}} \cdot v_{\text{tot}} = A_1 \cdot v_1 + A_2 \cdot v_2 + A_3 \cdot v_3 + A_4 \cdot v_4 \dots \dots \dots (2.43)$$

c. Dengan A adalah luas penampang ($\pi/4 D^2$)

$$D_{\text{tot}} \cdot v_{\text{tot}} = D_1 \cdot v_1 + D_2 \cdot v_2 + D_3 \cdot v_3 + D_4 \cdot v_4 \dots \dots \dots (2.44)$$

Dimana :

D_{tot} = Diameter pipa utama

D_1 = Diameter pipa percabangan 1

D_2 = Diameter pipa percabangan 2

D_3 = Diameter pipa percabangan 3

D_4 = Diameter pipa percabangan 4

v_{tot} = Kecepatan fluida pada pipa utama

v_1 = Kecepatan fluida pada pipa percabangan 1

v_2 = Kecepatan fluida pada pipa percabangan 2

v_3 = Kecepatan fluida pada pipa percabangan 3

v_4 = Kecepatan fluida pada pipa percabangan 4

BAB 3. METODOLOGI KEGIATAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| 1. Gergaji | 10. Tang |
| 2. Gerinda | 11. Penggores |
| 3. Mesin las listrik, las asetelin | 12. Penitik |
| 4. Mesin bor | 13. Obeng set |
| 5. Mesin bubut | 14. Apron |
| 6. Kunci pas set | 15. Sarung tangan |
| 7. Pelindung mata | 16. Palu |
| 8. Helm | 17. Pahat |
| 9. Mistar baja | 18. Penekuk plat |

3.1.2 Bahan

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1. Besi siku 30 x 30 x 3 mm | 9. Transmis Sabuk V |
| 2. Motor listrik | 10. Mur, baut |
| 3. Pulley | 11. Pipa Ø 1 inc |
| 4. Besi poros Ø19 mm St-32 | 12. Pipa Ø ¼ inc |
| 5. Besi pejal 45x45 mm St-32 | 13. Kran air |
| 6. Plat baja T 20 mm | 14. Selang aquarium |
| 7. Elektroda AWS E 6013 | 15. Resin dan catalis |
| 8. Serat Fiber (Met) | 16. Bearing |

3.2 Waktu dan Tempat

3.2.1 Waktu

Analisa, perancangan, pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan selama ± 3 bulan berdasarkan pada jadwal yang ditentukan.

3.2.2 Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas adalah laboratorium kerja bangku dan plat, laboratorium pemesinan dan laboratorium las jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Jember.

3.3 Metode Pelaksanaan

3.3.1 Pencarian Data

Dalam merencanakan sebuah perancangan mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas maka terlebih dahulu dilakukan pengamatan di lapangan dan studi literatur.

3.3.2 Studi Pustaka

Sebagai penunjang dan referensi dalam pembuatan Mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas terhadap gaya tekan antara lain adalah:

1. Kontruksi rangka.
2. Proses pengelasan.
3. Proses pemesinan.
4. Proses kerja bangku dan plat.

3.3.3 Perancangan dan Perencanaan

Setelah melakukan pencarian data dan pembutan konsep yang di dapat dari literatur studi kepustakaan serta dari hasil surve, maka dapat direncanakan bahan-bahan yang di butuhkan dalam perancangam dan pembuatan mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas. Dari studi lapangan dan studi pustaka tersebut dapat dirancang pemesinan. Dalam proyek ini proses yang akan dirancang adalah:

1. Perencanaan konstruksi rangka.
2. Persiapan alat, bahan yang dibutuhkan.
3. Proses perakitan dan finising.

3.3.4 Proses Pembuatan

Proses ini merupakan proses pembuatan alat yang meliputi proses pemesinan untuk membentuk suatu alat sesuai dengan desain yang di hasilkan. Adapun macam proses pemesinan yang di lakuakn dalam pembuatan mesin mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas yaitu:

1. Proses pemotongan (grinding)
2. Proses pengeboran (drilling)
3. Proses pengelasan (welding)

3.3.5 Proses perakitan

Yaitu proses perakitan mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas meliputi perakitan kontruksi rangka sesuai dengan desain yang diinginkan. Berikut langkah-langkah perakitan rangka:

1. Menyiapkan peralatan las dan menggunkan alat keamanan kerja (*safety*).
2. Membersihkan benda kerja yang akan di las dari kotoran dan minyak.
3. Mengatur letak posisi rangka sesuai dengan ukuran yang telah di tentukan.
4. Menghubungkan massa las kepada benda kerja.
5. Memastikan benda kerja sesuai dengan rancangan.
6. Melakukan las titik.
7. Memeriksa ketegak lurusan dan kelurusan benda kerja.
8. Setelah lurus dapat di lakukan pengelasan total.
9. Pengelasan dilakukan pada batang penumpu terlebih dahulu kemudian di lanjutkan dengan pengelasan pada kolom dan batang horizontal serta rangka sebagai dudukan motor.
10. Menghilangkan kerak hasil pengelasan.
11. Menyempurnakan hasil pengelasan yang kurang sempurna

3.3.6 Pengujian Rangka dan Alat

Prosedur pengujian alat dan rangka dilakukan secara visual, yaitu sebagai berikut:

1. Melihat apakah sambungan baut dan mur berfungsi (tidak lepas, tidak kendur, tidak putus).
2. Melihat apakah sambungan las sempurna (tidak retak dan tidak patah)
3. Melihat apakah rangka berfungsi (tidak terdefleksi, tidak patah, tidak bergetar secara berlebihan).
4. Melihat kesetabilan tinggi kaki (di tempatkan pada sebidang kaca)

Sedangkan dalam pengujian alat untuk mengetahui:

1. Persentase pengampelasan.
2. Efisiensi terhadap waktu pemrosesan benda kerja.

Prosedur pengujian mesin adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang akan di gunakan untuk menguji.
2. Menghidupkan motor penggerak untuk menjalankan mesin.
3. Tekankan spesimen pada ampelas pertama dengan ukuran 300 selanjutnya 400 kemudian 1000 dan yang terakhir 1500.

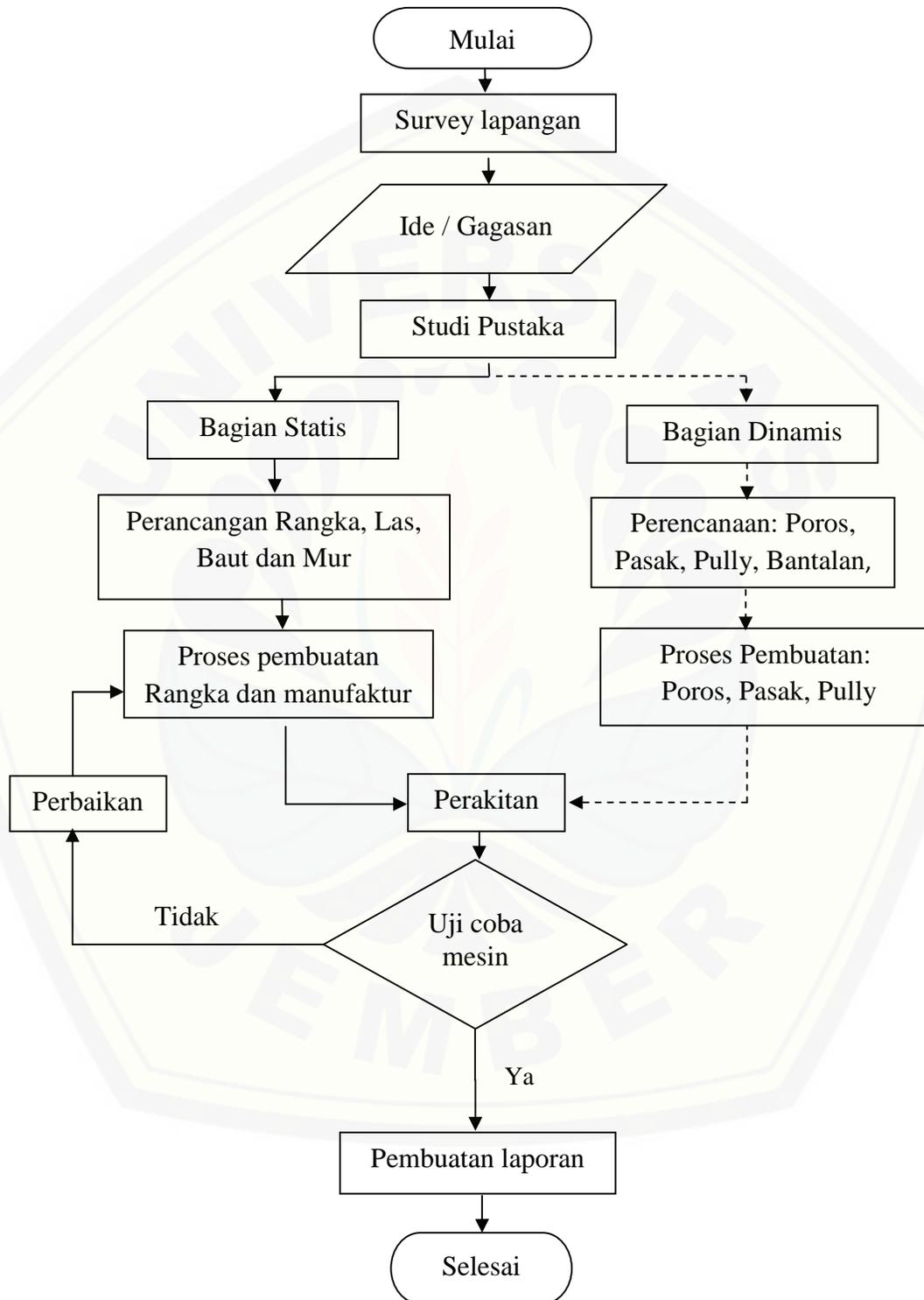
3.3.7 Penyempurnaan alat

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

3.3.8 Pembuatan laporan

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap dari awal analisa desain, perencanaan, dan pembuatan alat mesin poles spesimen metalurgi dengan 4 tingkat kekasaran ampelas.

3.4 Diagram Alir



BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Rangka mesin poles spesimen memiliki dimensi dengan panjang 600mm, lebar 450mm serta dengan tinggi 200mm.
2. Bahan rangka menggunakan bahan baja St-37 profil siku sama kaki dengan ukuran 30 mm x 30 mm x 3 mm.
3. Pengelasan pada rangka menggunakan elektroda jenis AWS E 6013 diameter 2 mm. Elektroda jenis ini digunakan untuk semua pengelasan.
4. Baut dan mur menggunakan jenis ulir metris M10×1,5 dan M6×1,0 dengan bahan baut dan mur adalah baja liat dengan baja karbon 0,2%C.
5. Pembuatan lubang pada rangka menggunakan mata bor jenis HSS diameter 10 mm dengan waktu 5,10 menit untuk 4 lubang pada rangka pengikat motor listrik dan diameter 8 mm dengan waktu 17.08 menit untuk 16 lubang pada rangka sebagai pengikat dudukan *bearing*.
6. Pembubutan disk dan poros menggunakan pahat HSS dengan 5/8 inc dngan waktu pembubutan 37,6 setiap satu disk.
7. *Body* menggunakan FRP (*Fiberglass Reinforce Plastic*) dengan menggunakan 5 kg resin, 5ons katalis dan 1kg met. Dengan perbandingan 1: 20 untuk pencampuran antara resin dan katalis.

5.2 Saran

Dalam pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin poles spesimen ini masih terdapat hal-hal yang perlu disempurnakan, antara lain:

1. Pengasahan benda kerja masih manual menggunakan tangan.
2. Pada proses pengecatan rangka, alangkah lebih baik jika sebelum pengecatan rangka didempul dan digosok/diratakan terlebih dahulu agar kualitas dan ketahanan rangka terhadap korosi semakin bagus.

3. Pada saat pemasangan ampelas harus rata dengan disk dan goresan ampelas nampak halus, agar pada waktu pemolesan tidak terjadi robek.
4. Jangan menaruh beban pada daerah body mesin karena dapat mengakibatkan kerusakan pada *body*.
5. Setelah pemakaian mesin harus dibersihkan dan di keringkan untuk menghindari korosi.



DAFTAR PUSTAKA

Firdausi, Faiz. 2007. *Perancangan dan Pembuatan Mesin Poles Spesimen Metalurgi (Bagian Statis)*. Jember: Universitas Jember.

<http://www.sarana-bangunan.com/2014/12/macam-macam-amplas.html>.

17-03-2016, 21:23

Nieman, G. 1999. *Elemen Mesin Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Maslov, D, Danilevsky, v., Sasov, V., 1967. “ *Enggining Manufacturing Processesin Machine and Assembly Shorp*”, Peace Publisher, Moscow

Urcholis, Ludfi. 2008. *Perhitungan Laju Aliran Fluida pad Jaringan Pipa*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.

Shigley, J, P. 1999. *Perencanaan Teknik Mesin Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Sularso. 2002. *Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta Utara: CV. Rajawali.

Tood, J, D. 1984. *Teori Dan Analisa Struktur Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.

Vander Voort. 1984. *Metallography, Principles and Practice*. New York: McGraw-Hill, Inc

Wijaya, Aris. 2014. *Perancangan dan Pembuatan Mesin Daur Ulang Gypsum (Bagian Statis)*. Jember: Universitas Jember.

www.wikipedia.com/metallography 17-03-2016, 22:10

A. LAMPIRAN PERHITUNGAN

A.1 Berat Komponen Mesin

Berat komponen mesin digunakan untuk menentukan bahan dan kekuatan yang dibutuhkan oleh rangka. Berat serta gaya yang diberikan oleh komponen-komponen mesin adalah sebagai berikut:

Motor : 4 Kg

Disk 1 : 1,2Kg

Disk 2 : 1,1Kg

Disk 3 : 1,1Kg

Disk 4 : 1,1Kg

Cincin 1 : 1,5ons = 0,15kg

Cincin 2 : 1,5ons = 0,15kg

Cincin 3 : 1,5ons = 0,15kg

Cincin 4 : 1,5ons = 0,15kg

Pully 50 : 84,53g = 0,084kg

Pully 75 : 84,53g = 0,084kg

Pully 100 : 132,53g = 0,13258kg

Pully 150 : 162,53g = 0,76253kg

Pully 175 : 170,53g = 0,17053kg

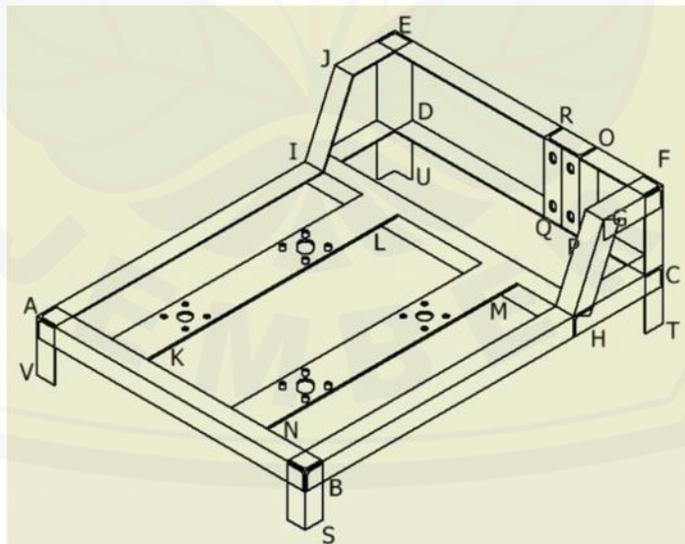
Pully 200 : 182,53g = 0,182,53kg

Homebering 1 : 7,5ons = 0,75kg

Homebering 2 : 7,5ons = 0,75kg

Homebering 3 : 7,5ons = 0,75kg

Homebering 4 : 7,5ons = 0,75kg



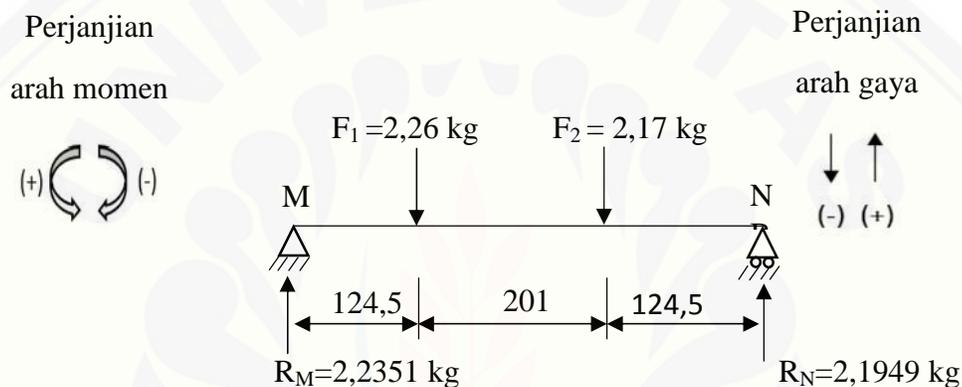
Gambar A.1 Rangka mesin poles spesimen

A.2 Perencanaan Batang Penumpu Beban Terpusat

Batang penumpu dan kolom serta gaya yang dibebankan oleh komponen-komponen mesin ditunjukkan oleh gambar A.1 sebagai berikut:

Batang penumpu beban terpusat yang direncanakan adalah batang K – L dan M – N sebagai penyangga disk, serta batang O – P sebagai penyangga motor (gambar A.1), dimana batang tersebut menerima terpusat. Maka dapat diuraikan bahwa gaya-gaya yang terjadi seperti dibawah ini :

Beban pada batang M-N



Gambar A.2 Gaya terpusat pada batang MN

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \text{Disk 1} + \text{Cincin 1} + \text{Pully 50} + \text{Pully 200} + \text{Homebering 1} \\
 &= 1,1\text{kg} + 0,15\text{kg} + 0,084\text{kg} + 0,18253\text{kg} + 0,75\text{kg} \\
 &= 2,25653\text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \text{Disk 2} + \text{Cincin 2} + \text{Pully 150} + \text{Homebering 2} \\
 &= 1,1\text{kg} + 0,15\text{kg} + 0,017\text{kg} + 0,75\text{kg} + 0,18353\text{kg} \\
 &= 2,16653\text{kg}
 \end{aligned}$$

$$M_M = 0$$

$$R_N \cdot 450 - 2,17 \cdot 124,5 - 2,26 \cdot 325,5 = 0$$

$$450R_N - 281,37 - 706,335 = 0$$

$$450R_N - 987,705 = 0$$

$$R_N = \frac{987,705}{450}$$

$$R_N = 2,1949 \text{ Kg}$$

$$M_N = 0$$

$$R_M \cdot 450 - 2,26 \cdot 325,5 - 2,17 \cdot 124,5 = 0$$

$$450R_M - 735,63 - 270,165 = 0$$

$$450R_M - 1005,795 = 0$$

$$R_M = \frac{1005,795}{450}$$

$$R_K = 2,2351 \text{ Kg}$$

Gambar bidang geser (F)

Potongan I

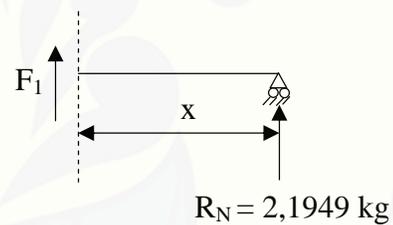
$$0 \quad x \quad 124,5$$

$$F_1 = 0$$

$$F_1 + R_N = 0$$

$$F_1 + 2,1949 = 0$$

$$F_1 = -2,1949 \text{ Kg}$$



Gambar A.3 Potongan I bidang geser batang MN

Gambar bidang geser (F)

Potongan II

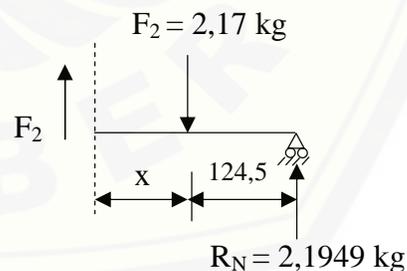
$$0 \quad x \quad 201$$

$$F_y = 0$$

$$F_2 + R_N - F_2 = 0$$

$$F_2 + 2,1949 - 2,17 = 0$$

$$F_2 = -0,0249 \text{ Kg}$$



Gambar A.4 Potongan II bidang geser batang MN

Gambar bidang geser (F)

Potongan III

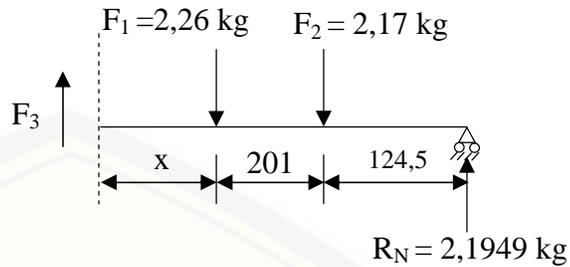
$$0 \leq x \leq 124,5$$

$$F_3 = 0$$

$$F_{y3+} + R_N - F_2 - F_1 = 0$$

$$F_{y3+} + 2,1949 - 0,17 - 2,26 = 0$$

$$F_3 = 2,2351 \text{ Kg}$$



Gambar A. 5 Potongan III bidang geser batang MN

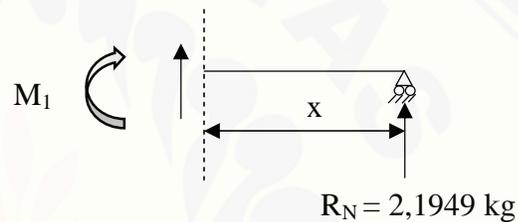
Gambar bidang momen (M)

Potongan I

$$0 \leq x \leq 124,5$$

$$M_1 = 0$$

$$M_1 = R_N \cdot x$$



Gambar A.6 Potongan I bidang geser batang MN

$$x = 0 \quad M_1 = 2,1949 \cdot 0 = 0 \text{ kg.mm}$$

$$x = 124,5 \quad M_1 = 2,1949 \cdot 124,5 = 273,26505 \text{ kg.mm}$$

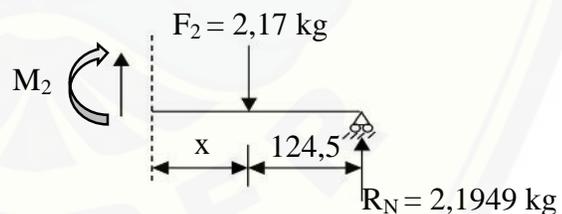
Gambar bidang momen (M)

Potongan II

$$0 \leq x \leq 201$$

$$M_2 = 0$$

$$M_2 = R_N \cdot (x + 124,5) - F_2 \cdot x$$



Gambar A.7 Potongan II bidang momen batang MN

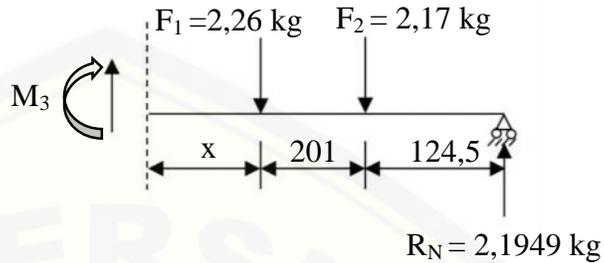
$$x = 0 \quad M_2 = 2,1949 \cdot 0 - 2,17 \cdot 0 = 0 \text{ kg.mm}$$

$$x = 201 \quad M_2 = 2,1949 \cdot 325,5 - 2,17 \cdot 201 = 278,26995 \text{ kg.mm}$$

Gambar bidang momen (M)

Potongan III

0 x 124,5



$$M = 0$$

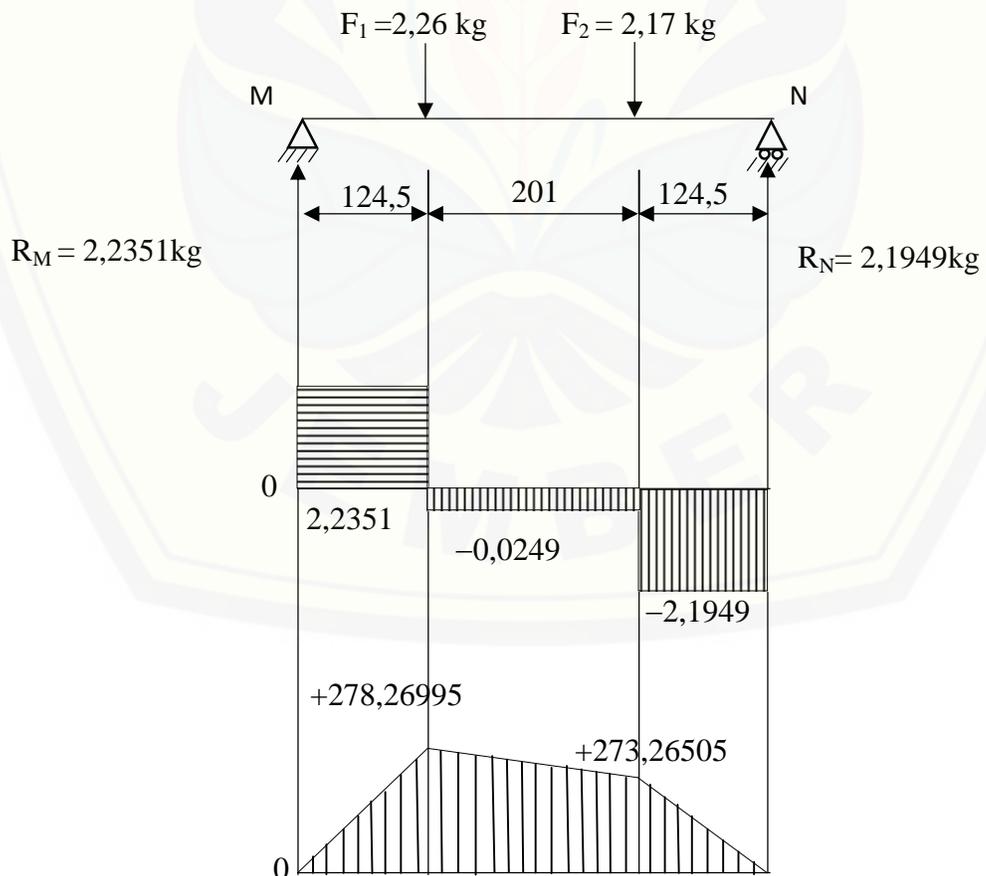
Gambar A.8 Potongan III bidang momen batang MN

$$M_3 = R_N \cdot (x + 201 + 124,5) - F_2 \cdot (x + 124,5) - F_1 \cdot x$$

$$x = 0 \quad M_3 = 2,1949 \cdot 0 - 2,17 \cdot 0 - 2,26 \cdot 0 = 0 \text{ kg.mm}$$

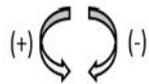
$$x = 124,5 \quad M_3 = 2,1949 \cdot 450 - 2,17 \cdot 325,5 - 2,26 \cdot 124,5 = 0 \text{ kg.mm}$$

Diagarm Bidang Geser dan Bidang Momen untuk M-N



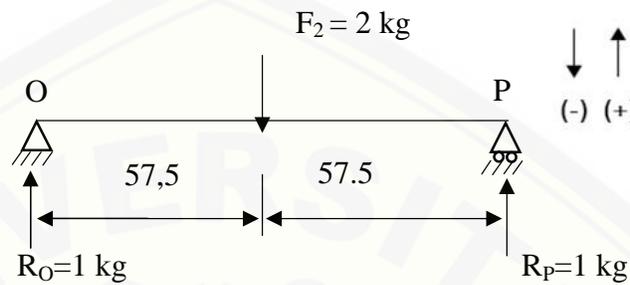
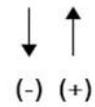
Beban pada batang O-P
Perjanjian

arah momen



Perjanjian

arah gaya



Gambar A.9 Gaya terpusat pada batang OP

$$F = \frac{\text{Berat motor}}{2}$$

$$F = \frac{4}{2}$$

$$F = 2 \text{ Kg}$$

$$M_O = 0$$

$$R_P \cdot 115 - 2 \cdot 57.5 = 0$$

$$450R_P - 115 = 0$$

$$450R_P = 115$$

$$R_P = \frac{115}{450}$$

$$R_P = 1 \text{ Kg}$$

$$M_P = 0$$

$$R_O \cdot 115 - 2 \cdot 57.5 = 0$$

$$450R_O - 115 = 0$$

$$450R_O = 115$$

$$R_O = \frac{115}{115}$$

$$R_O = 1 \text{ Kg}$$

Gambar bidang geser (F)

Potongan I

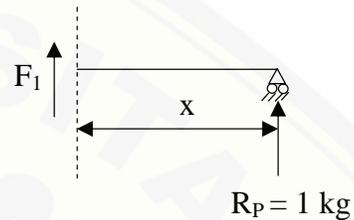
$$0 \leq x \leq 57,5$$

$$F_1 = 0$$

$$F_1 + R_P = 0$$

$$F_1 + 1 = 0$$

$$F_1 = -1 \text{ Kg}$$



Gambar A.10 Potongan I bidang geser batang OP

Gambar bidang geser (F)

Potongan II

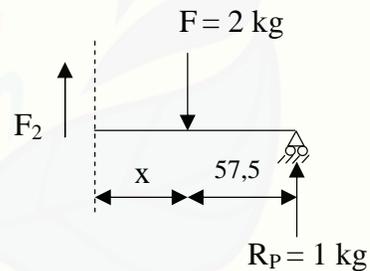
$$0 \leq x \leq 57,5$$

$$F_2 = 0$$

$$F_2 + R_P - F = 0$$

$$F_2 + 1 - 2 = 0$$

$$F_2 = 1 \text{ Kg}$$



Gambar A.11 Potongan II bidang geser batang OP

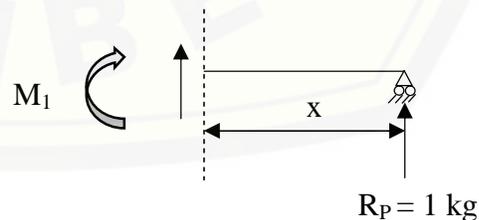
Gambar bidang momen (M)

Potongan I

$$0 \leq x \leq 57,5$$

$$M_1 = 0$$

$$M_1 = R_P \cdot x$$



Gambar A.12 Potongan I bidang momen batang OP

$$x = 0$$

$$M_1 = 1 \cdot 0 = 0 \text{ kg.mm}$$

$$x = 57,5 \quad M_1 = 1 \cdot 57,5 = 57,5 \text{ kg.mm}$$

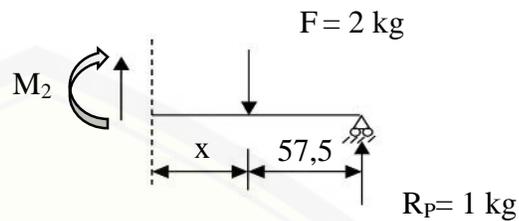
Gambar bidang momen (M)

Potongan II

$$0 \leq x \leq 57,5$$

$$M_2 = 0$$

$$M_2 = R_b \cdot (x + 57,5) - F \cdot x$$

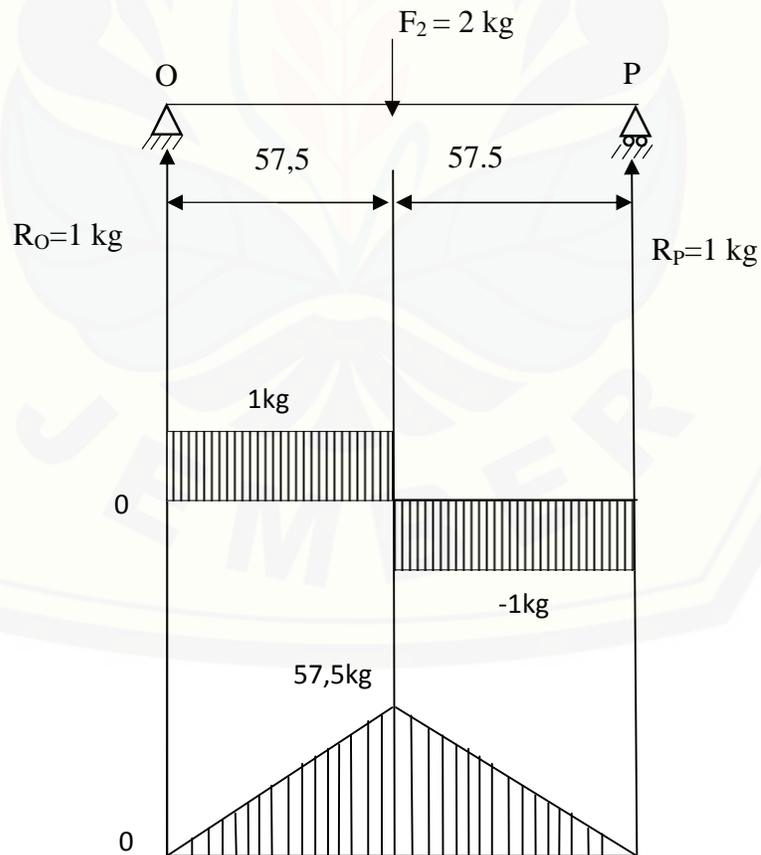


Gambar A.13 Potongan II bidang momen batang OP

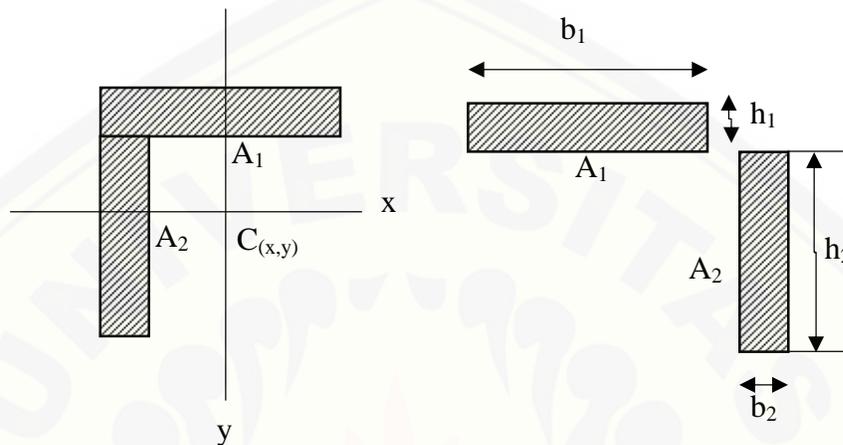
$$x = 0 \quad M_2 = 1 \cdot 0 - 1,52 \cdot 0 = 0 \text{ kg.mm}$$

$$x = 57,5 \quad M_2 = 1 \cdot 115 - 2 \cdot 57,5 = 0 \text{ kg.mm}$$

Diagarm Bidang Geser dan Bidang Momen untuk O-P



Menentukan momen inersia



Gambar A.14 Penampang besi siku

Dimensi besi siku yang digunakan:

$$b_1 = 30 \text{ mm} \quad h_1 = 3 \text{ mm}$$

$$b_2 = 3 \text{ mm} \quad h_2 = 27 \text{ mm}$$

$$Mb = 278,26 \text{ kg}$$

$$\text{Modulus Elastisitas } (E) = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{b_1}{2} & x_2 &= \frac{h_1}{2} \\ &= \frac{30 \text{ mm}}{2} & &= \frac{3 \text{ mm}}{2} \\ &= 15 \text{ mm} & &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= b_1 \cdot h_1 & A_2 &= b_2 \cdot h_2 \\ &= 30 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} & &= 3 \text{ mm} \cdot 27 \text{ mm} \\ &= 90 \text{ mm}^2 & &= 81 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= A_1 + A_2 \\ &= 90 \text{ mm}^2 + 81 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= 171 \text{ mm}$$

$$I_{x1} = \frac{\bar{d}_1 \cdot n_1}{12}$$

$$I_{x1} = \frac{30 \cdot 3^3}{12}$$

$$I_{x1} = 67,5 \text{ mm}^4$$

$$I_{x2} = \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12}$$

$$I_{x2} = \frac{3 \cdot 27^3}{12}$$

$$I_{x2} = 1275,75 \text{ mm}^4$$

❖ Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{x1} + (x_1^2 \cdot A_1) \\ &= 67,5 \text{ mm}^4 + (15^2 \text{ mm}^2 \cdot 90 \text{ mm}^2) \\ &= 20317,5 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= I_{x2} + (x_2^2 \cdot A_2) \\ &= 1275,75 \text{ mm}^4 + (1,5^2 \text{ mm}^2 \cdot 81 \text{ mm}^2) \\ &= 1458 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 \\ &= 20317,5 \text{ mm}^4 + 1458 \text{ mm}^4 \\ &= 21775,5 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

❖ Menentukan Centroid ($C_{(x)} = x^1$)

$$x^1 = \frac{(A_1 \cdot x_1) + (A_2 \cdot x_2)}{A_1 + A_2}$$

$$x^1 = \frac{(90 \text{ mm}^2 \cdot 15 \text{ mm}) + (81 \text{ mm}^2 \cdot 1,5 \text{ mm})}{90 \text{ mm}^2 + 81 \text{ mm}^2}$$

$$x^1 = 8,61 \text{ mm}$$

Tegangan yang terjadi pada rangka material ST-37 profil siku ukuran 30 mm x 30 mm x 3 mm.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{max} &= \frac{M_b}{I} \times C_{(x,y)} \\
 &= \frac{278,26}{21775,5mm} \times 8,61 \\
 &= 0,01277904 \times 8,61 \\
 \sigma_{max} &= 0,11 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Bahan rangka menggunakan ST-37 profil siku. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan leleh (σ_m) = 120 Mpa, tegangan batas (σ_u) = 140 – 410 Mpa, faktor keamanan (n) = 1,67.

❖ Menentukan tegangan izin:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{izin} &= \frac{\sigma_u}{n} \\
 \sigma_{izin} &= \frac{140}{1,67} \\
 &= 83,83 \text{ Mpa} = 8,50 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

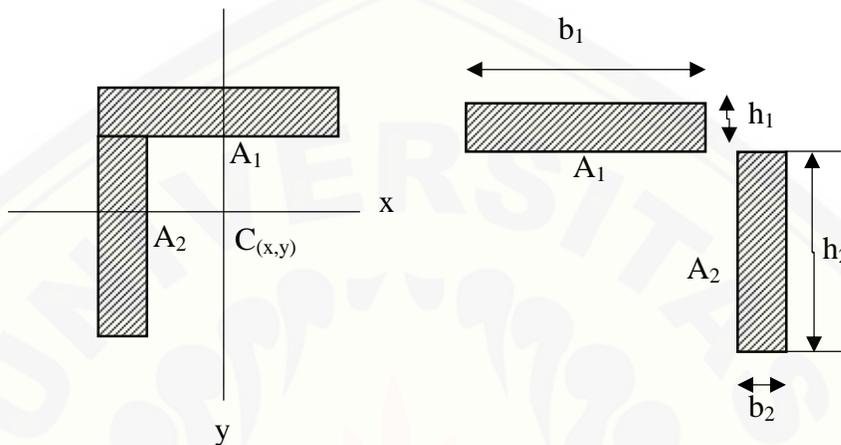
Nilai yang diperoleh telah sesuai syarat yaitu $\sigma_{izin} = 8,50 \text{ kg/mm}^2$ $\sigma_{max} = 0,11 \text{ Kg/mm}^2$, maka material baja St37 ukuran batang 30×30× 3mm mampu menahan berat mesin.

A.3 Perencanaan Pengelasan

Bahan kolom menggunakan ST-37 profil siku. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan leleh (σ_m) = 120 Mpa, tegangan batas (σ_u) = 140 – 410 Mpa, factor keamanan (n) = 1,67.

$$M_b = 278,26 \text{ kg}$$

Menentukan momen inersia



Gambar A.15 Penampang Pengelasan

Dimensi kampuh las:

$$\begin{aligned} b_1 &= 30 \text{ mm} & h_1 &= 1 \text{ mm} \\ b_2 &= 1 \text{ mm} & h_2 &= 27 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$x_1 = \frac{b_1}{2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30 \text{ mm}}{2} \\ &= 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$x_2 = \frac{h_1}{2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1 \text{ mm}}{2} \\ &= 0,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$A_1 = b_1 \cdot h_1$$

$$\begin{aligned} &= 30 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm} \\ &= 30 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2$$

$$\begin{aligned} &= 1 \text{ mm} \cdot 27 \text{ mm} \\ &= 27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2$$

$$= 30 \text{ mm}^2 + 27 \text{ mm}^2$$

$$= 57 \text{ mm}^2$$

$$I_{x1} = \frac{D_1 \cdot n_1}{12}$$

$$I_{x1} = \frac{30 \cdot 1^3}{12}$$

$$I_{x1} = 2.5 \text{ mm}^4$$

$$I_{x2} = \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12}$$

$$I_{x2} = \frac{1 \cdot 27^3}{12}$$

$$I_{x2} = 1640,25 \text{ mm}^4$$

- ❖ Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{x1} + (x_1^2 \cdot A_1) \\ &= 2,5\text{mm}^4 + (15^2 \text{ mm}^2 \cdot 30 \text{ mm}^2) \\ &= 6752.5 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= I_{x2} + (x_2^2 \cdot A_2) \\ &= 1640,25 \text{ mm}^4 + (0,5^2 \text{ mm}^2 \cdot 27 \text{ mm}) \\ &= 1647 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 \\ &= 6752.5 \text{ mm}^4 + 1647 \text{ mm}^4 \\ &= 8399.5 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan Centroid ($C_{(x)} = x^1$)

$$x^1 = \frac{(A_1 \cdot x_1) + (A_2 \cdot x_2)}{A_1 + A_2}$$

$$x^1 = \frac{(30\text{mm}^2 \cdot 15\text{mm}) + (27\text{mm}^2 \cdot 0,5\text{mm})}{30\text{mm}^2 + 27\text{mm}^2}$$

$$x^1 = 8,13 \text{ mm}$$

Jenis elektroda yang digunakan adalah AWS E6013 dengan diameter 2 mm. Hasil pengelasan elektroda jenis ini memiliki kekuatan tarik 47,1 kg/mm² dan perpanjangan 17%, tegangan geser yang diizinkan adalah 0,3 kali kekuatan tarik elektroda dengan F = 2.26 kg, tegangan tarik dan lentur yang diizinkan untuk kampuh las (σ'_{zul}) = 13,5 kg/mm²

Pada rancangan ini didapat:

- ❖ Menentukan tegangan normal dalam kampuh las

$$\sigma' = \frac{M_b}{I} C_{(x,y)}$$

$$\sigma' = \frac{278,26 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{8399,5 \text{ mm}^2} \cdot 8,13 \text{ mm}$$

$$\sigma' = 0,269 \text{ kg/mm}^2$$

- ❖ Menentukan tegangan geser dalam kampuh las

$$\tau' = \frac{F}{A}$$

$$\tau' = \frac{2,26}{57}$$

$$\tau' = 0,039 \text{ kg/mm}^2$$

- ❖ Pengujian kekuatan sambungan las

$$\sigma'_{zul} \geq \sigma' \approx 13,5 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,269 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau'_{zul} \geq \tau' \approx 13,5 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,039 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi dengan hasil perhitungan diatas, beban total yang diterima oleh kampuh las tersebut aman untuk sambungan konstruksi.

A.4 Perencanaan Mur dan Baut

A.4.1 Perencanaan mur dan baut pengikat motor penggerak

- ❖ Menentukan besarnya beban maksimal yang dapat diterima oleh masing-masing baut dan mur dengan faktor koreksi (f_c) = 1,2 – 2,00 .maka faktor koreksi yang diambil adalah $f_c = 1,2$

$$W_{\max} = W_0 \cdot f_c$$

$$= 4 \text{ kg} \cdot 1,2$$

$$= 4,8\text{kg}$$

Beban yang diterima oleh tiap-tiap baut:

$$W = \frac{4,8}{4}$$

$$= 1.2\text{kg}$$

❖ Menentukan bahan baut dan mur

Bahan baut dan mur yang direncanakan dari baja liat dengan kadar karbon 0,2% C = St-34, $\sigma_b = 330 - 410 \text{ N/mm}^2$ 340 N/mm^2 34 kg/mm^2 . Sehingga diketahui factor keamanan (S_f) 8 – 10 10 . Tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) = 3 kg/mm^2 .

❖ Tegangan tarik yang diizinkan

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f}$$

$$= \frac{34\text{kg} / \text{mm}^2}{10}$$

$$= 3,4\text{kg/mm}^2$$

❖ Tegangan geser yang diizinkan (τ_a)

$$\tau_a = 0,5 \cdot \sigma_a \text{kg/mm}^2$$

$$= 0,5 \cdot 3,4\text{kg/mm}^2$$

$$= 1,7\text{Kg/mm}^2$$

Dengan mengetahui besar beban maksimum dan besar tegangan geser yang diijinkan pada masing-masing baut, maka diameter inti D dapat dihitung:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot W}{3,14 \cdot \tau_a \cdot 0,64}}$$

$$\geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 3,4 \cdot 0,64}}$$

$$\geq \sqrt{\frac{4,8}{6,83264}}$$

$$\geq \sqrt{0,7025}$$

$$\geq 0,838 \text{ mm}$$

Disini diambil $D = 10 \text{ mm}$

Sehingga ulir baut dan mur yang dipilih ulir metris dengan ukuran standart M10 dan didapat standart dimensi sebagai berikut:

Dimensi luar ulir dalam (D)	= 10	mm
Jarak bagi (p)	= 1,5	mm
Diameter inti (d_1)	= 8,3760	mm
Tinggi kaitan (H_1)	= 0,812	mm
Diameter efektif ulir dalam (d_2)	= 9,0260	mm

Dari hasil data diatas dapat ditetapkan untuk perhitungan ulir dalam dimana untuk ulir metris harga $k \approx 0,84$ dan $j \approx 0,75$.

Jumlah ulir (Z) yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} Z &\geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \\ &\geq \frac{1,2}{3,14 \cdot 9,026 \cdot 0,812 \cdot 3} \\ &\geq \frac{1,2}{69,04} \\ &\geq 0,017 \rightarrow 3 \end{aligned}$$

❖ Tinggi mur (H) yang diperlukan adalah:

$$H \geq z \times p$$

$$\geq 3 \times 1,5$$

$$\geq 4,5 \text{ mm}$$

menurut standar :

$$H \geq (0,8 - 1,0) \cdot D$$

$$\geq (1,0) 10$$

$$\geq 10 \text{ mm} \rightarrow 10$$

- ❖ Tinggi mur yang akan diambil adalah 10 mm, sehingga jumlah ulir mur (Z') adalah:

$$Z' = \frac{H}{p}$$

$$= \frac{10}{1,5}$$

$$Z' = 6,7$$

- ❖ Kekuatan geser akar ulir baut τ_b adalah:

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot Z'}$$

$$= \frac{1,2}{3,14 \cdot 8,3760 \cdot 0,84 \cdot 1,5 \cdot 6,7}$$

$$= \frac{1,2}{222,03}$$

$$= 0,0054 \text{ kg/mm}^2$$

- ❖ Kekuatan geser akar ulir mur τ_n adalah:

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot Z'}$$

$$= \frac{1,2}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 6,7}$$

$$= \frac{1,2}{236,68}$$

$$= 0,005 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{maka : } \tau_a \geq \tau_b \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,0054 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \geq \tau_n \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,005 \text{ kg/mm}^2$$

Harga τ_n dan τ_b memenuhi syarat yang ditentukan, sehingga mur dan baut yang dipilih M10 dengan ketinggian mur 10 mm dan dari bahan baja liat dengan kadar karbon 0,2%C.

A.4.2 Perencanaan mur dan baut pengikat dudukan bearing

- ❖ Menentukan besarnya beban maksimal yang dapat diterima oleh masing-masing baut dan mur dengan factor koreksi (f_c) = 1,2 – 2,00, maka factor koreksi yang diambil adalah $f_c = 1,2$

$$\begin{aligned} W_{max} &= W_0 \cdot f_c \\ &= 0,75 \times 1,2 \\ &= 0,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban yang diterima oleh masing-masing baut:

$$\begin{aligned} W &= \frac{0,9}{4} \\ &= 0,0225 \text{ kg} \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan bahan baut dan mur

Bahan baut dan mur yang direncanakan dari baja liat dengan kadar karbon 0,2% C = St-34, $\sigma_b = 330 - 410 \text{ N/mm}^2 = 34 \text{ kg/mm}^2$. Sehingga diketahui faktor keamanan (S_f) 8 – 10 = 10. Tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) = 3 kg/mm².

- ❖ Kekuatan tarik yang diizinkan (σ_a)

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{34 \text{ kg/mm}^2}{10} \\
 &= 3,4 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

❖ Kekuatan geser yang diizinkan (τ_a)

$$\begin{aligned}
 \tau_a &\cong 0,5 \cdot \sigma_a \\
 &= 0,5 \times 3,4 \\
 &= 1,7 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Dengan mengetahui besar beban maksimum dan besar tegangan geser yang diizinkan pada masing-masing baut, maka diameter D dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 D &\geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \\
 &\geq \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0225}{3,14 \cdot 3,4 \cdot 0,64}} \\
 &\geq \sqrt{\frac{0,09}{6,83}} \\
 &\geq \sqrt{0,01317} \\
 &\geq 0,11
 \end{aligned}$$

Disini diambil $D = 6 \text{ mm}$

Sehingga ulir baut dan mur yang dipilih ulir metris dengan ukuran standart M10 dan didapat standart dimensi sebagai berikut;

Dimensi luar ulir dalam (D)	= 6	mm
Jarak bagi (p)	= 1,0	mm
Diameter inti (d_1)	= 4,9170	mm
Tinggi kaitan (H_1)	= 0,541	mm

Diameter efektif ulir dalam (d_2) = 5,3500 mm

Dari hasil data diatas dapat ditetapkan untuk perhitungan ulir dalam dimana untuk ulir metris harga $k \approx 0,84$ dan $j \approx 0,75$.

Jumlah ulir (Z) yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} Z &\geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \\ &\geq \frac{0,0225}{3,14 \cdot 5,35 \cdot 0,541 \cdot 3} \\ &\geq \frac{0,0225}{27,265} \\ &\geq 0,00825 \rightarrow 3 \end{aligned}$$

❖ Tinggi mur (H) yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} H &\geq z \times p \\ &\geq 3 \times 1,0 \\ &\geq 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

menurut standar :

$$\begin{aligned} H &\geq (0,8 - 1,0) \cdot D \\ &\geq (1,0) 6 \\ &\geq 6 \text{ mm} \rightarrow 6 \end{aligned}$$

❖ Tinggi mur yang akan diambil adalah 6 mm, sehingga jumlah ulir mur (Z') adalah:

$$\begin{aligned} Z' &= \frac{H}{p} \\ &= \frac{6}{1,0} \\ Z' &= 6 \end{aligned}$$

- ❖ Kekuatan geser akar ulir baut τ_b adalah:

$$\begin{aligned}\tau_b &= \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{0,0225}{3,14 \cdot 4,917 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 6} \\ &= \frac{0,0225}{77,81} \\ &= 0,00028 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

- ❖ Kekuatan geser akar ulir mur τ_n adalah:

$$\begin{aligned}\tau_n &= \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{0,0225}{3,14 \cdot 6 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 6} \\ &= \frac{0,0225}{84,78} \\ &= 0,00026 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{maka : } \tau_a \geq \tau_b \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,00028 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \geq \tau_n \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,00026 \text{ kg/mm}^2$$

Harga τ_n dan τ_b memenuhi syarat yang ditentukan, sehingga mur dan baut yang dipilih M6 dengan ketinggian mur 6 mm dan dari bahan baja liat dengan kadar karbon 0,2%C.

A.5 Proses Pengeboran (Drilling)

A.5.1 Pembuatan lubang pada rangka pengikat Motor

Dalam proses pengeboran mata bor yang dipakai adalah jenis HSS dengan diameter 10 mm, sedangkan material yang akan dibor adalah ST-37 dengan tebal 3 mm.

Dengan mengasumsikan bahwa material yang akan dibor merupakan material keras, maka dari tabel didapat harga kecepatan potong (v_c) = 25 m/menit dan pemakanan (s) = 0,2 sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Putaran mata bor } (n) &= \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{1000 \cdot 25 \text{ m/menit}}{3,14 \times 10 \text{ mm}} \\
 &= \frac{25000 \text{ m/menit}}{31,4 \text{ mm}} \\
 &= 796,18 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Laju pemakanan } (v_f) &= s \times n \\
 &= 0,2 \text{ mm/putaran} \times 796,18 \text{ rpm} \\
 &= 159,24 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Jarak bebas bor } (A) &= 2 \times 0,3 \times D \\
 &= 2 \times 0,3 \times 10 \\
 &= 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

❖ Jika jarak lebih (I_1) pengeboran diambil sebesar 8 mm, maka jarak pengeboran total (L) adalah:

$$\begin{aligned}
 L &= t + A + I_1 \\
 &= (3 + 6 + 8) \text{ mm} \\
 &= 17 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

❖ Jika waktu yang dibutuhkan untuk setiap setting pahat adalah 1 menit dan setting benda kerja tiap lubang membutuhkan 1 menit, maka waktu pengeboran (t_m) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 4 lubang adalah:

$$t_m = \frac{L}{v_f} + \text{Setting pahat} + (\text{Setting benda kerja} \times 4)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{17}{159,24} + 1 \text{ menit} + (1 \text{ menit} \times 4) \\
 &= 5,10 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 4 lubang membutuhkan waktu 5,10 menit.

A.5.2 Pembuatan lubang (drilling) pada rangka pengikat dudukan bearing

Dalam proses pengeboran mata bor yang dipakai adalah jenis HSS dengan diameter 8 mm. Sedangkan material yang akan dibor adalah St-37 dengan tebal 3 mm.

Dengan mengasumsikan bahwa material yang akan dibor merupakan material keras, maka dari tabel di dapat harga kecepatan potong (v_c) = 25 m/menit dan pemakanan (s) = 0,2 sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Putaran mata bor (n)} &= \frac{1000 \cdot v_c}{f \cdot D} \\
 &= \frac{1000 \times 25 \text{ m / menit}}{3,14 \times 8 \text{ mm}} \\
 &= \frac{25000 \text{ m / menit}}{25,12 \text{ mm}} \\
 &= 995,23 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Laju pemakanan (} v_f \text{)} &= s \times n \\
 &= 0,2 \text{ mm/putaran} \times 995,23 \text{ rpm} \\
 &= 199,1 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Jarak bebas bor (A)} &= 2 \times 0,3 \times D \\
 &= 2 \times 0,3 \times 8
 \end{aligned}$$

$$= 4,8\text{mm}$$

- ❖ Jika jarak lebih (l_1) pengeboran diambil sebesar 8 mm, maka jarak pengeboran total (L) adalah:

$$\begin{aligned} L &= t + A + l_1 \\ &= (3 + 4,8 + 8) \text{ mm} \\ &= 15,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

- ❖ Jika waktu yang dibutuhkan untuk setting pahat adalah 1 menit dan setting benda kerja tiap lubang membutuhkan 1 menit, maka waktu pengeboran (t_m) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 16 lubang adalah :

$$\begin{aligned} t_m &= \frac{L}{v_f} + \text{Set pahat} + (\text{Set benda kerja} \times 16) \\ &= \frac{15,8}{199,1} + 1 \text{ menit} + (1 \text{ menit} \times 16) \\ &= 17,08 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 16 lubang membutuhkan waktu 17,08 menit.

Tabel A.1 Total waktu pengeboran

Jenis Pengeboran	Waktu (menit)	Keterangan
Diameter 10 mm dengan 4 lubang	5,10	Pengeboran pada rangka pengikat motor
Diameter 8 mm dengan 16 lubang	17,08	Pengeboran pada rangka pengikat dudukan bearing
Total	22,18	

A.5.3 Pembutan poros dan disk

- Diameter benda kerja = 19 mm
- Panjang awal benda kerja = 124 mm
- Panjang setelah pemesinan = 121 mm
- Depth of cut untuk roughing (a) = 1,5 mm
- Depth of cut untuk finishing (a) = 0,5mm
- Feeding untuk roughing (f) = 0,5 mm/put
- Feeding untuk finishing (f) = 0,25 mm/put
- v_c roughing = 27 m/menit
- v_c finishing = 30 m/menit
- Asumsi seting pahat = 10 menit
- Asumsi seting pahat = 10 menit

Pembubutan muka poros

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 19}$$

$$n = 425,56 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 425,56}{1000}$$

$$v_c = 25,38 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{1}{1,5}$$

$$i = 0,66 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{9,5}{0,5 \cdot 425,56} \cdot 1$$

$$t_c = 0,4 \text{ menit}$$

Pembubutan rata roughing

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 19}$$

$$n = 425,56 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 425,56}{1000}$$

$$v_c = 25,38 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{2}{1,5}$$

$$i = 1,33 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{901}{0,5 \cdot 425,56} \cdot 1$$

$$t_c = 4,23 \text{ menit}$$

Pembubutan rata finising

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 17}$$

$$n = 562 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 562}{1000}$$

$$v_c = 29,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{0,5}{0,5}$$

$$i = 1 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{901}{0,25 \cdot 562} \cdot 1$$

$$t_c = 6,41 \text{ menit}$$

Pembuatan disk muka

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150}$$

$$n = 57,32 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 57,32}{1000}$$

$$v_c = 26,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{2}{1,5}$$

$$i = 1,33 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{75}{0,5 \cdot 57,32} \cdot 1$$

$$t_c = 2,6 \text{ menit}$$

Pembubutan rata disk roughing

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150}$$

$$n = 57,32 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 57,32}{1000}$$

$$v_c = 26,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{2}{1,5}$$

$$i = 1,33 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{10}{0,5 \cdot 57,32} \cdot 1$$

$$t_c = 0,34 \text{ menit}$$

Pembubutan rata disk finising

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150}$$

$$n = 63,69 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 63,69}{1000}$$

$$v_c = 29,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{0,5}{0,5}$$

$$i = 1 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{10}{0,25 \cdot 63,69} \cdot 1$$

$$t_c = 0,62 \text{ menit}$$

Pengeboran 19 mm

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 19}$$

$$n = 452,56 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 452,56}{1000}$$

$$v_c = 26,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{19}{5}$$

$$i = 3,8 = 4 \text{ kali}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ Jarak bebas bor (A)} &= 2 \times 0,3 \times D \\ &= 2 \times 0,3 \times 19 \\ &= 11,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

- ❖ Jika jarak lebih (l_1) pengeboran diambil sebesar 8 mm, maka jarak pengeboran total (L) adalah:

$$\begin{aligned} L &= t + A + l_1 \\ &= (10 + 11,4 + 8) \text{ mm} \\ &= 29,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{L}{f \cdot n} \cdot i \\ t_c &= \frac{29,4}{0,25 \cdot 452,56} \cdot 4 \\ t_c &= 1,39 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{c \text{ tot}} &= (0,4 \cdot 2) + 4,23 + 6,41 + (2,6 \cdot 2) + 0,34 + 0,62 + 1,39 + 10 + 10 \\ &= 37,6 \text{ menit} \end{aligned}$$

A.5.4 Pembubutan Dudukan bearing

- Diameter benda kerja = Diagonal benda kerja = 70,7 mm
- Panjang awal benda kerja = 53 mm
- Panjang setelah pemesinan = 50 mm
- Depth of cut untuk roughing (a) = 1,5 mm
- Depth of cut untuk finishing (a) = 0,5 mm
- Feeding untuk roughing (f) = 0,5 mm/put

- Feeding untuk roughing (f) = 0,25 mm/put
- v_c roughing = 27 m/menit
- v_c roughing = 30 m/menit
- Asumsi seting pahat = 10 menit
- Asumsi seting pahat = 10 menit

Pembuatan muka

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70,7}$$

$$n = 135,13 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 70,7 \cdot 135,13}{1000}$$

$$v_c = 29,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{1}{1,5}$$

$$i = 0,66 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{35}{0,5 \cdot 135,13} \cdot 1$$

$$t_c = 0,51 \text{ menit}$$

Pengeboran 20 mm

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}$$

$$n = 429,29 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 429,29}{1000}$$

$$v_c = 26,95 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{20}{5}$$

$$i = 4 = 4 \text{ kali}$$

- ❖ Jarak bebas bor (A)

$$= 2 \times 0,3 \times D$$

$$= 2 \times 0,3 \times 20$$

$$= 12 \text{ mm}$$

- ❖ Jika jarak lebih (l_1) pengeboran diambil sebesar 8 mm, maka jarak pengeboran total (L) adalah:

$$L = t + A + l_1$$

$$= (10 + 12 + 8) \text{ mm}$$

$$= 30 \text{ mm}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{50}{0,25 \cdot 429,29} \cdot 4$$

$$t_c = 1,86 \text{ menit}$$

Pembubutan rata roughing

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{27 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70,7}$$

$$n = 121,62 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 70,7 \cdot 121,62}{1000}$$

$$v_c = 26,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{9,5}{1,5}$$

$$i = 6,3 = 6 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{50}{0,5 \cdot 57,32} \cdot 6$$

$$t_c = 10,46 \text{ menit}$$

Pembubutan rata finising

- ❖ Putaran spindel (rotasi benda kerja)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70,7}$$

$$n = 135,15 \text{ rpm}$$

- ❖ Kecepatan potong

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 70,7 \cdot 135,13}{1000}$$

$$v_c = 29,99 \text{ m/menit}$$

- ❖ Jumlah penyayatan

$$i = \frac{A}{A_{max}}$$

$$i = \frac{1}{1,5}$$

$$i = 0,66 = 1 \text{ kali}$$

- ❖ Waktu pemotongan (menit)

$$t_c = \frac{L}{f \cdot n} \cdot i$$

$$t_c = \frac{35}{0,5 \cdot 135,13} \cdot 1$$

$$t_c = 0,51 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} t_{c \text{ tot}} &= (0,6 \cdot 2) + 1,8 + 10,46 + 0,51 + 10 + 10 \\ &= 33,46 \text{ menit} \end{aligned}$$

A.6 Perencanaan Perpipaan

Pada sistem perpipaan bercabang maka berlaku persamaan kontinuitasa. Persamaan kontinuitasa di hasilkan dari prinsip kekekalan massa. Untuk aliran

mantap massa fluida yang melalui semua bagian dalam arus fluida persatuan waktu adalah Sama. Untuk pipa bercabang, berdasarkan persamaan kontinuitas debit aliran yang menuju titik cabang harus sama dengan debit yang meninggalkan titik tersebut.

Dalam proses perpipian aliran air menggunakan pompa aquarium dengan kapasitas 1.8 m dengan laju kecepatan fluida 2000 l/jam = 0,5 l/s. Dengan mengasumsikan pipa awal percabangan 1 inc dengan 4 percabangan sehingga:

- ❖ Diameter pipa kecil

$$D_{\text{tot}} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$25,4 = 4 d$$

$$d = \frac{25,4}{4}$$

$$d = 6,35 \text{ mm} = \frac{1}{4} \text{ inc}$$

- ❖ Kecepatan aliran

$$D_{\text{tot}} \cdot v_{\text{tot}} = D_1 \cdot v_1 + D_2 \cdot v_2 + D_3 \cdot v_3 + D_4 \cdot v_4$$

$$25,4 \cdot 0,5 = 20v$$

$$12,7 = 20v$$

$$v = \frac{12,7}{20}$$

$$v = 0,635 \text{ l/s}$$

Jadi pipa yang di gunakan adalah 1inc dengan 4 percabangan, setiap percabangan berdiameter $\frac{1}{4}$ inc, serta dengan laju kecepatan 0.5 l/jam.

B. LAMPIRAN TABEL

TABEL B.1 SIFAT-SIFAT MEKANIS

Bahan	Teganganleleh σ_y		Teganganbatas σ_u		Persen pemanjangan (panjang ukuran 50 mm)
	ksi	MPa	ksi	MPa	
Aluminium (murni)	3	20	10	70	60
Aluminium campuran	5 - 70	35 - 500	15 - 80	100 - 550	1 - 45
2014 - T6	60	410	70	480	13
6061 - T6	40	270	45	310	17
7075 - T6	70	480	80	550	11
Kuningan	10 - 80	70 - 550	30 - 90	200 - 620	4 - 60
Kuningan merah (80% Cu, 20% Zn); keras	70	470	85	590	4
Kuningan merah (80% Cu, 20% Zn); lunak	13	90	43	300	50
Kuningan naval ; keras	60	410	85	590	15
Kuningan naval ; lunak	25	170	59	410	50
Batu-bata (tekan)			1 - 10	7 - 70	
Perunggu	12 - 100	82 - 690	30 - 120	200 - 830	5 - 60
Perunggu mangan ; keras	65	450	90	620	10
Perunggu mangan ; lunak	25	170	65	450	35
Besi tuang (tarik)	17 - 42	120 - 920	10 - 70	69 - 480	0 - 1
Besi tuang kelabu	17	120	20 - 60	140 - 410	0 - 1
Besi tuang (tekan)			50 - 200	340 - 1.400	
Beton (tekan)			1,5 - 10	10 - 70	
Kekuatan-rendah			2	14	
Kekuatan-sedang			4	28	
Kekuatan-tinggi			6	41	
Tembaga					
Keras-ditarik	48	330	55	380	10
Lunak (dilunakkan)	8	55	33	230	50
Tembaga berillium	110	760	120	830	4
Kaca			5 - 150	30 - 1.000	
Kaca datar			10	70	
Serat kaca			1.000 - 3.000	7.000 - 20.000	
Magnesium (murni)	3 - 10	20 - 70	15 - 25	100 - 170	5 - 15
Campuran	12 - 40	80 - 280	20 - 50	140 - 340	2 - 20
Monel (67% Ni, 30% Cu)	25 - 160	170 - 1.100	65 - 170	450 - 1.200	2 - 50
Nikel	20 - 90	140 - 620	45 - 110	310 - 760	2 - 50
Nilon			6 - 10	40 - 70	50
Karet	0,2 - 1,0	1 - 7	1 - 3	7 - 20	100 - 800
Baja					
Kekuatan tinggi	50 - 150	340 - 1.000	80 - 180	550 - 1.200	5 - 25
Mesin	50 - 100	340 - 700	80 - 125	550 - 860	5 - 25
Pegas	60 - 240	400 - 1.600	100 - 270	700 - 1.900	3 - 15
Tahan-karat	40 - 100	280 - 700	60 - 150	400 - 1.000	5 - 40
Alat	75	520	130	900	8
Baja, struktural	30 - 100	200 - 700	50 - 120	340 - 830	10 - 40
ASTM-A36	36	250	60	400	30
ASTM-A572	50	340	70	500	20
ASTM-A514	100	700	120	830	15
Kawat baja	40 - 150	280 - 1.000	80 - 200	550 - 1.400	5 - 40
Batu (tekan)					
Granit			10 - 40	70 - 280	
Batu-kapur			3 - 30	20 - 200	
Marmer			8 - 25	50 - 180	
Titanium (murni)	60	400	70	500	25
Campuran	110 - 130	760 - 900	130 - 140	900 - 970	10
Tungsten			200 - 600	1.400 - 4.000	0 - 4
Kayu					
Ash	6 - 10	40 - 70	8 - 14	50 - 100	
Douglas fir	5 - 8	30 - 50	8 - 12	50 - 80	
Ek (Oak)	6 - 9	40 - 60	8 - 14	50 - 100	
Cemara (southern pine)	6 - 9	40 - 60	8 - 14	50 - 100	
Kayu (tekan, sejajar dengan serat)					
Ash	4 - 6	30 - 40	5 - 8	30 - 50	
Douglas fir	4 - 8	30 - 50	6 - 10	30 - 50	
Ek (Oak)	4 - 6	30 - 40	5 - 8	30 - 50	
Cemara (southern pine)	4 - 8	30 - 50	6 - 10	40 - 70	
Besitempa	30	210	50	340	35

Sumber : Gere & Timoshenko.1996. Mekanika Bahan jilid 1. Erlangga. Jakarta

TABEL B.2 KONVERSI DARI SATUAN YANG BIASA DI AS KE SATUAN SI

Satuan yang biasa di AS		Faktorkonversipengali		Samadengansatuan SI		
		Teliti	Praktis			
Percepatan	kaki per detik kuadrat	kaki /det ²	0.3048*	0.305	Meter per detik kuadrat	m/det ²
	inci per detik kuadrat	inci/det ²	0.0254*	0.0254	Meter per detik kuadrat	m/det ²
Luas	kaki kuadrat	kaki ²	0.09290304*	0.0929	Meter kuadrat	m ²
	Inci kuadrat	inci ²	645.16*	645	Milimeter kuadrat	mm ²
Kerapatan (massa)	Slug per kaki kubik	slug/kaki ³	515.379	515	Kilogram per meter kubik	kg/m ³
Energi, kerja	Kaki-pon	kaki-lb	1.35582	1.36	joule	J
	Kilowatt-jam	kWh	3.6*	3.6	Megajoule	MJ
	Satuan panas Inggris	Btu	1055.06	1055	Joule	J
Gaya	Ponlb		4.44822	4.45	Newton	N
	Kip (1000 pon)	k	4.44822	4.45	Kilonewton	kN
Intensitras cahaya	Pon per kaki	lb/kaki	14.5939	14.6	Newton per meter	N/m
	Kip per kaki	k/kaki	14.5939	14.6	Kilonewton per meter	kN/m
Panjang	Kaki	kaki	0.3048*	0.305	Meter	m
	Inci	inci	25.4*	25.4	Milimeter	mm
	Mil		1.609344*	1.61	Kilometer	km
Massa	Slug		14.5939	14.6	Kilogram	kg
	Momen gaya; torqa					
	Kaki-pon	kaki-lb	1.35582	1.36	Newton meter	Nm
	Inci-poninci-lb		0.112985	0.113	Newton meter	Nm
	Kaki-kip	kaki-k	1.35582	1.36	Kilonewton meter	kN-m
	Inci-kip	inci-k	0.112985	0.113	Kilonewton meter	kN-m
	Momen inersia (massa slug kaki kuadrat)		1.35582	1.36	Kilogram meter kuadrat	kg-m ²
	Momeninersia (momenkedua arid luas)					
	Inci pangkat empat	inci ⁴	416,231	416,000	Milimeter pangkat empat	mm ⁴
	Inci pangkat empat	inci ⁴	0.416231 × 10 ⁻⁶	0.416 × 10 ⁻⁶	Meter pangkat empat	m ⁴
Daya	Kaki-pon per detik	kaki-lb/det	1.35582	1.36	Watt	W
	Kaki-pon per menit	kaki-lb/menit	0.0225970	0.0226	Watt	W
	Daha kuda					
	(550 kaki-pon per detik)	hp	745.701	746	Watt	W
tekanan; tegangan	pon per kaki kuadrat	lb/kaki ²	47.8803	47.9	PascalPa	
	pon per inci kuadrat	lb/inci ²	6894.76	6890	PascalPa	
	kip per kaki kuadrat	k/kaki ²	47.8803	47.9	Kilopascal	kPa
	kip per inci kuadrat	k/inci ²	6894.76	6890	Kilopascal	kPa
Modulus tampang	Inci pangkat tiga	inci ³	16,387.1	16,400	Milimeter pangkat tiga	mm ³
	Inci pangkat tiga	inci ³	16.3871 × 10 ⁻⁶	16.4 × 10 ⁻⁶	Meter pangkat tiga	m ³
Berat spesifik (kecepatan berat)	Pon per kaki kubik	lb/kaki ³	157.087	157	Newton per meter kubik	N/m ³
	Pon per incikubik/inci ³		271.447	271	Kilonewton per meter kubik	kN/m ³
Kecepatan	Kaki per detik	kaki/detik	0.3048*	0.305	Meter per detik	m/det
	Inci per detik	inci/detik	0.0254*	0.0254	Meter per detik	m/det
	Mil per jam	inci/detik	0.44704*	0.447	Meter per detik	m/det
	Mil per jam	mil/jam	1.609344*	1.61	Kilometer per jam	km/jam
Volume	Kaki kubik	kaki ³	0.0283168	0.0283	Meter kubik	m ³
	Inci kubik	inci ³	16.3871 × 10 ⁻⁶	16.4 × 10 ⁻⁶	Meter kubik	m ³
Incikubik	inci ³	16.3871	16.4	Sentimeter kubik	cm ³	
Galon		3.78541	3.79	Liter	L	
Galon		0.00378541	0.00379	Meter kubik	m ³	

* Faktorkonversi yang pasti

catatan : untuk mengkonversi Satuan SI ke satuan AS, bagilah dengan faktor konversi.

Sumber : Gere & Timoshenko.1996. *MekanikaBahanjilid 1*.Erlangga.Jakart

TABEL B.3 MASSA JENIS BAHAN (...)

(Satuan : kg/Dm^3)

Bahan	Massa Jenis	Bahan	Massa Jenis
Aether (Minyak Tanah)	0,91	Gelas Cermin	2,46
Air Raksa	13,60	Gemuk	0,93
Alkohol (Bebas Air)	0,79	Gips (Bakar)	1,80
Aluminium Murni	2,58	Gips (Tuang, Kering)	0,97
Aluminium Tuang	2,60	Glycerine	1,25
Aluminium Tempa	2,75	Granit	2,50 – 3,10
Aluminium Loyang	7,70	Grafit	2,50 – 3,10
Asbes	2,10 – 2,80	Kapur (Bakar)	1,40
Aspal Murni	1,10 – 1,40	Kapur Tulis	1,80 – 2,70
Aspal Beton	2,00 – 2,50	Kaporit	2,20
Baja Tuang	7,85	Kobalt	8,50
Besi Tuang	7,25	Logam Delta	8,70
Basalt	2,70 – 3,20	Logam Putih	7,10
Batu Bara	1,40	Magnesium	1,74
Bensin	0,68 – 0,70	Mangan	7,50
Berlian	3,50	Nikel Tuang	8,28
Besi Tempa	7,60 – 7,89	Nikel Tempa	8,67
Besi Tarik	7,60 – 7,75	Perak	10,50
Besi Murni	7,88	Perunggu	8,80
Besi Vitriol	1,80 – 1,98	Platina Tuang	21,20
Bismuth	9,80	Platina Tempa	21,40
Emas	19,00 – 19,50	Tembaga Elektrolisis	8,90 – 8,95
Es	0,88 – 0,92	Tembaga Tempa	8,90 – 9,00
Fiber	1,28	Tembaga Tuang	8,80
Gabus	2,24	Timah Putih Tuang	7,25
Garam Dapur	2,15	Timah Putih Tempa	7,45
Gas Kokas	1,40	Timbal	11,35
Gelas Flint	3,70	Uranium	18,50

Sumber : Buku Teknik Sipil, Sunggono KH, 1995

TABEL B.4 TEGANGAN YANG DIJINKAN UNTUK SAMBUNGAN LAS KONSTRUKSI BAJA MENURUT DIN 4100

Kampuh	Kualitas kampuh	Tegangan	Baja			
			St 37 Beban		St 52 Beban	
			H	HZ [N/mm ²]	H	HZ
Kampuh temu, kampuh K dengan Kampuh sudut ganda, Kampuh steg K dengan kampuh sudut ganda	Semua kualitas kampuh	Tekan dan lentur	160	180	240	270
	Bebas dari retak dan kesalahan lainnya	Tarik dan lentur	160	180	240	270
	Kualitas kampuh tidak diketahui		135	150	170	190
Kampuh Steg-HV dengan kampuh sudut	Semua kualitas	Tekan dan lentur, tarik dan lentur, tegangan total	135	150	170	190
Kampuh-kampuh lainnya	Semua kualitas	Geser	135	150	170	190

Sumber : Niemen, 1999, Elemen Mesin jilid 1, Erlangga, Jakarta

TABEL B.5 TEKAPAN PERMUKAAN YANG DIJINKAN PADA ULIR (Satuan : kg/mm²)

Jenis Bahan		Tekanan Permukaan Yang Diijinkan (q_a)	
Ulir Luar (Baut)	Ulir Dalam (Mur)	Untuk Pengikat	Untuk Penggerak
Baja Liat	Baja Liat atau Perunggu	3,0	1,0
Baja Keras	Baja Liat atau Perunggu	4,0	1,3
Baja Keras	Besi Cor	1,5	0,5

Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso; 1997

TABEL B.6 FAKTOR-FAKTOR KOREKSI DAYA YANG AKAN DITRANSMISIKAN, f_c

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Sumber : Sularso, 2002, Perancangan Elemen Mesin, Pradnya Paramita, Jakarta

TABEL B.7 UKURAN STANDAR ULIR HALUS METRIS (Satuan : mm)

Jenis Ulir			Jarak Bagi (p)	Tinggi Kaitan (H_1)	Ulir Dalam (Mur)		
					Diameter Luar (D)	Diameter Efektif (D_2)	Diameter Dalam (D_1)
1	2	3			Ulir Luar (Baut)		
					Diameter Luar (d)	Diameter Efektif (d_2)	Diameter Inti (d_1)
M 0,25			0,075	0,041	0,250	0,201	0,169
M 0,3			0,080	0,043	0,300	0,248	0,213
	M 0,35		0,090	0,049	0,350	0,292	0,253
M 0,4			0,100	0,054	0,400	0,335	0,292
	M 0,45		0,100	0,054	0,450	0,385	0,342
M 0,5			0,125	0,068	0,500	0,419	0,365
	M 0,55		0,125	0,068	0,550	0,469	0,415
M 0,6			0,150	0,081	0,600	0,503	0,438
	M 0,7		0,175	0,095	0,700	0,586	0,511
M 0,8			0,200	0,108	0,800	0,670	0,583
	M 0,9		0,225	0,122	0,900	0,754	0,656
M 1			0,250	0,135	1,000	0,838	0,729
M 1,2			0,250	0,135	1,200	1,038	0,929
M 1,4			0,300	0,162	1,400	1,205	1,075
M 1,7			0,350	0,189	1,700	1,473	1,321
M 2			0,400	0,217	2,000	1,740	1,567
M 2,3			0,400	0,217	2,300	2,040	1,867
M 2,6			0,450	0,244	2,600	2,308	2,113
M 3			0,500	0,271	3,000	2,675	2,459
			0,600	0,325	3,000	2,610	2,350
	M 3,5		0,600	0,325	3,500	3,110	2,850
M 4			0,700	0,0379	4,000	3,515	3,242
			0,750	0,406	4,000	3,513	3,188
	M 4,5		0,750	0,406	4,500	4,013	3,688
M 5			0,800	0,433	5,000	4,480	4,134
			0,900	0,487	5,000	4,415	4,026
			0,900	0,487	5,500	4,915	4,526

Catatan : Kolom 1 merupakan pilihan utama. Kolom 2 dan kolom 3 hanya dipilih jika terpaksa.

Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso; 1997

TABEL B.8 UKURAN STANDAR ULIR KASAR METRIS (Satuan : mm)

Jenis Ulir			Jarak Bagi (p)	Tinggi Kaitan (H_1)	Ulir Dalam (Mur)		
					Diameter Luar (D)	Diameter Efektif (D_2)	Diameter Dalam (D_1)
1	2	3			Ulir Luar (Baut)		
					Diameter Luar (d)	Diameter Efektif (d_2)	Diameter Inti (d_1)
M 6			1,00	0,541	6,000	5,3500	4,9170
		M 7	1,00	0,541	7,000	6,3500	5,9170
M 8			1,25	0,677	8,000	7,1880	6,6470
		M 9	1,25	0,677	9,000	8,1880	7,6470
M 10			1,50	0,812	10,00	9,0260	8,3760
		M 11	1,50	0,812	11,00	10,026	9,3760
M 12			1,75	0,947	12,00	10,863	10,106
	M 14		2,00	1,083	14,00	12,701	11,835
M 16			2,00	1,083	16,00	14,701	13,835
	M 18		2,50	1,353	18,00	16,376	15,294
M 20			2,50	1,353	20,00	18,376	17,294
	M 22		2,50	1,353	22,00	20,376	19,294
M 24			3,00	1,624	24,00	22,051	20,752
	M 27		3,00	1,624	27,00	25,051	23,752
M 30			3,50	1,894	30,00	27,727	26,211
	M 33		3,50	1,894	33,00	30,727	29,211
M 36			4,00	2,165	36,00	34,402	31,670
	M 39		4,00	2,165	39,00	36,402	34,670
M 42			4,50	2,436	42,00	39,077	37,129
	M 45		4,50	2,436	45,00	42,077	40,129
M 48			5,00	2,706	48,00	44,752	42,587
	M 52		5,00	2,076	52,00	48,752	46,587
M 56			5,50	2,977	56,00	52,428	50,046
	M 60		5,50	2,977	60,00	56,428	54,046
M 64			6,00	3,248	64,00	60,103	57,505
	M 68		6,00	3,248	68,00	64,103	61,505

Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso; 1997

Catatan : Kolom 1 merupakan pilihan utama. Kolom 2 dan kolom 3 hanya dipilih jika terpaksa.

TABEL B.9. FEEDING UNTUK PENGEBORAN BAJA MENGGUNAKAN MATA BOR BAJA KECEPATAN TINGGI

Diameter Mata Bor (mm)	Kekuatan Tarik (kg/mm^2)								
	< 80			80 – 100			> 100		
	Kelompok Feeding								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Feeding (mm/putaran)								
Sampai Dengan									
2	0,05-0,06	0,04-0,05	0,03-0,04	0,04-0,05	0,03-0,04	0,02-0,03	0,03-0,04	0,03-0,04	0,02-0,03
4	0,08-0,10	0,06-0,08	0,04-0,05	0,06-0,08	0,04-0,06	0,03-0,04	0,04-0,06	0,04-0,05	0,03-0,04
6	0,14-0,18	0,11-0,13	0,07-0,09	0,10-0,12	0,07-0,09	0,05-0,06	0,08-0,10	0,06-0,08	0,04-0,05
8	0,18-0,22	0,13-0,17	0,09-0,11	0,13-0,15	0,09-0,11	0,06-0,08	0,11-0,13	0,08-0,10	0,05-0,07
10	0,22-0,28	0,16-0,20	0,11-0,13	0,17-0,21	0,13-0,15	0,08-0,11	0,13-0,17	0,10-0,12	0,07-0,09
13	0,25-0,31	0,19-0,23	0,13-0,15	0,19-0,23	0,14-0,18	0,10-0,12	0,15-0,19	0,12-0,14	0,08-0,10
16	0,31-0,37	0,22-0,27	0,15-0,19	0,22-0,28	0,17-0,21	0,12-0,14	0,18-0,22	0,13-0,17	0,09-0,11
20	0,35-0,43	0,26-0,32	0,18-0,22	0,26-0,32	0,20-0,24	0,13-0,17	0,21-0,25	0,15-0,19	0,11-0,13
25	0,39-0,47	0,29-0,35	0,20-0,24	0,29-0,35	0,22-0,26	0,14-0,18	0,23-0,29	0,17-0,21	0,12-0,14
30	0,45-0,55	0,33-0,41	0,22-0,28	0,32-0,40	0,24-0,30	0,16-0,20	0,27-0,33	0,20-0,24	0,13-0,17
> 30 dan < 60	0,60-0,70	0,45-0,55	0,30-0,35	0,40-0,50	0,30-0,35	0,20-0,25	0,30-0,40	0,22-0,30	0,16-0,23

Catatan : Feeding kelompok I untuk proses pengeboran benda kerja keras.

Feeding kelompok II untuk proses pengeboran benda kerja kekerasan menengah.

Feeding kelompok III untuk proses pengeboran lubang presisi atau pekerjaan reamer.

TABEL B.10. TINGKAT PEMESINAN PADA KECEPATAN POTONG, TERGANTUNG PADA TINGKAT KARAKTER MEKANIS DARI BAJA (PAHAT BAJA KECEPATAN TINGGI)

Material Pemesinan		Data Mekanis Baja dan Tingkat Pemesinan Untuk Kecepatan Potong							
Kelompok Baja	Tingkat Baja								
Baja Karbon	08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 55, 60	Kekuatan Tarik (σ)	30-35	36-41	42-49	50-57	58-68	69-81	82-96
		B_{hn}	84-99	100-117	118-140	141-163	164-194	195-232	234-274
		K_{mv}	0,86	1,0	1,16	1,34	1,16	1,0	0,86
Baja Struktural ($C = 0,6\%$)	$C_{T.0}$, $C_{T.1}$, $C_{T.2}$, $C_{T.3}$, $C_{T.4}$, $C_{T.5}$, $C_{T.6}$	Tingkat Pemesinan	7	6	5	4	5	6	7
Baja Krom Baja Nikel Baja Nikel Krom	15X, 20X, 30X, 35X, 40X, 45X, 50X 25H, 30H 20XH, 40XH, 45XH, 50XH 12XH2, 12XH3, 30XH3, 12X2H4 20XH20H4 20XH3A, 37XH3A	Kekuatan Tarik (σ_B)	37-43	44-51	52-61	62-72	73-85	86-100	101-119
		B_{hn}	110-127	128-146	147-174	175-205	206-243	244-285	286-341
		K_{mv}	1,56	1,34	1,16	1,0	0,86	0,75	0,64
		Tingkat Pemesinan	3	4	5	6	7	8	9

TABEL B.11. KECEPATAN POTONG UNTUK BAJA KARBON DAN BAJA DENGAN MATA BOR BAJA KECEPATAN TINGGI (HSS) MENGGUNAKAN CAIRAN PENDINGIN (BAGIAN PERTAMA)

Tingkat Pemesinan Baja	Feeding <i>s</i> (mm/put)													
1	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–	–	–
2	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–	–
3	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–
4	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–
5	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–
6	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–
7	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–
8	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–
9	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88
10	–	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66
11	–	–	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49

TABEL B.12. KECEPATAN POTONG UNTUK BAJA KARBON DAN BAJA DENGAN MATA BOR BAJA KECEPATAN TINGGI (HSS) MENGGUNAKAN CAIRAN PENDINGIN (BAGIAN KEDUA)

Jenis Pengeboran	Diameter Mata Bor D (mm)	Kecepatan Potong V (m/mt)													
Double Angle with Thinned Web DW	20	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5
	30	55	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11
	60	55	55	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13
Conventional C	4,6	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2	7	6
	9,6	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2	7
	20	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2
	30	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5
	60	55	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11

Sumber :Niemen,1999,Elemen Mesin jilid 1,Erlangga,Jakarta.

TABEL B.13. SPESIFIKASI ELEKTRODA TERBUNGKUS DARI BAJA LUNAK (AWS A5.1-64T)

Klasifikasi AWS-ASTM	Jenis fluks	Posisi pengelasan	Jenis listrik	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)
Kekuatan tarik terendah kelompok E 60 setelah dilaskan adalah 60.000 psi atau 42,2 kg/mm ²						
E 6010....	Natrium selulosa tinggi	F,V,OH,H	DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E 6011....	Kalium selulosa tinggi	F,V,OH,H	AC/DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E 6012....	Natrium titania tinggi	F,V,OH,H	AC/DC polaritas lurus	47,1	38,7	17
E 6013....	Kalium titania tinggi	F,V,OH,H	AC/DC polaritas ganda	47,1	38,7	17
E 6020....	Oksida besi tinggi	{ H-S F	AC/DC polaritas lurus AC/DC polaritas ganda	43,6	35,2	25
E 6027....	Serbuk besi, oksida besi	{ H-S F	AC/DC polaritas lurus AC/DC polaritas ganda	43,6	35,2	25

Sumber : Wiryasumarto, Toshie Okumura.2000.Teknologi Pengelasan Logam.Pradnya Paramita.Jakarta.

TABEL B.14 *CUTTING SPEED* UNTUK MATA BOR

Jenisbahan	Carbide Drills meter/menit	HSS Drills meter/menit
Alumuniumdanpaduannya	200 – 300	80 – 150
Kuningandan Bronze	200 – 300	80 – 150
Bronze liat	70 – 100	30 – 50
Besituanglunak	100 – 150	40 – 75
Besituangsedang	70 – 100	30 – 50
Tembaga	60 – 100	25 – 50
Besitempa	80 – 90	30 – 45
Magnesium danpaduannya	250 – 400	100 – 200
Monel	40 – 50	15 – 25
Baja mesin	80 – 100	30 – 55
Baja lunak(St37)	60 – 70	25 – 35
Baja alat	50 – 60	20 – 30
Baja tempa	50 – 60	20 – 30
Baja danpaduannya	50 – 70	20 – 35
Stainless steel	60 – 70	25 – 35

Sumber: Umaryadi, 2006, PDTM *TeknologidanIndustri*, Yudhistira, Jakarta

TABEL B.15 KECEPATAN PEMAKANAN (FEEDING)

Diameter matabor dalam mm	Kecepatanpemakanan mm/putaran
Hingga 3	0,025 sd 0,05
3 sd 6	0,05 sd 0,1
6,5 sd 8,5	0,1 sd 0,2
8,5 sd 25	0,2 sd 0,4
Lebihdari 25	0,4 sd 0,6

Sumber: Umaryadi, 2006, PDTM *TeknologidanIndustri*, Yudhistira, Jakarta

C. LAMPIRAN GAMBAR



Gambar A.16 Mesin poles



Gambar A.17 Sistem perakitan pully



Gambar A. 18 Rangka mesin poles



Gambar A. 19 *Body* mesin poles



Gambar A. 20 Dududkan *Bearing*.



Gambar A. 21 Rangka mesin poles



Gambar A. 22 Bahan perpipaan.



Gambar A. 23 Disk dan cincin pengkat.



Gambar A. 24 Proses pengelasan.



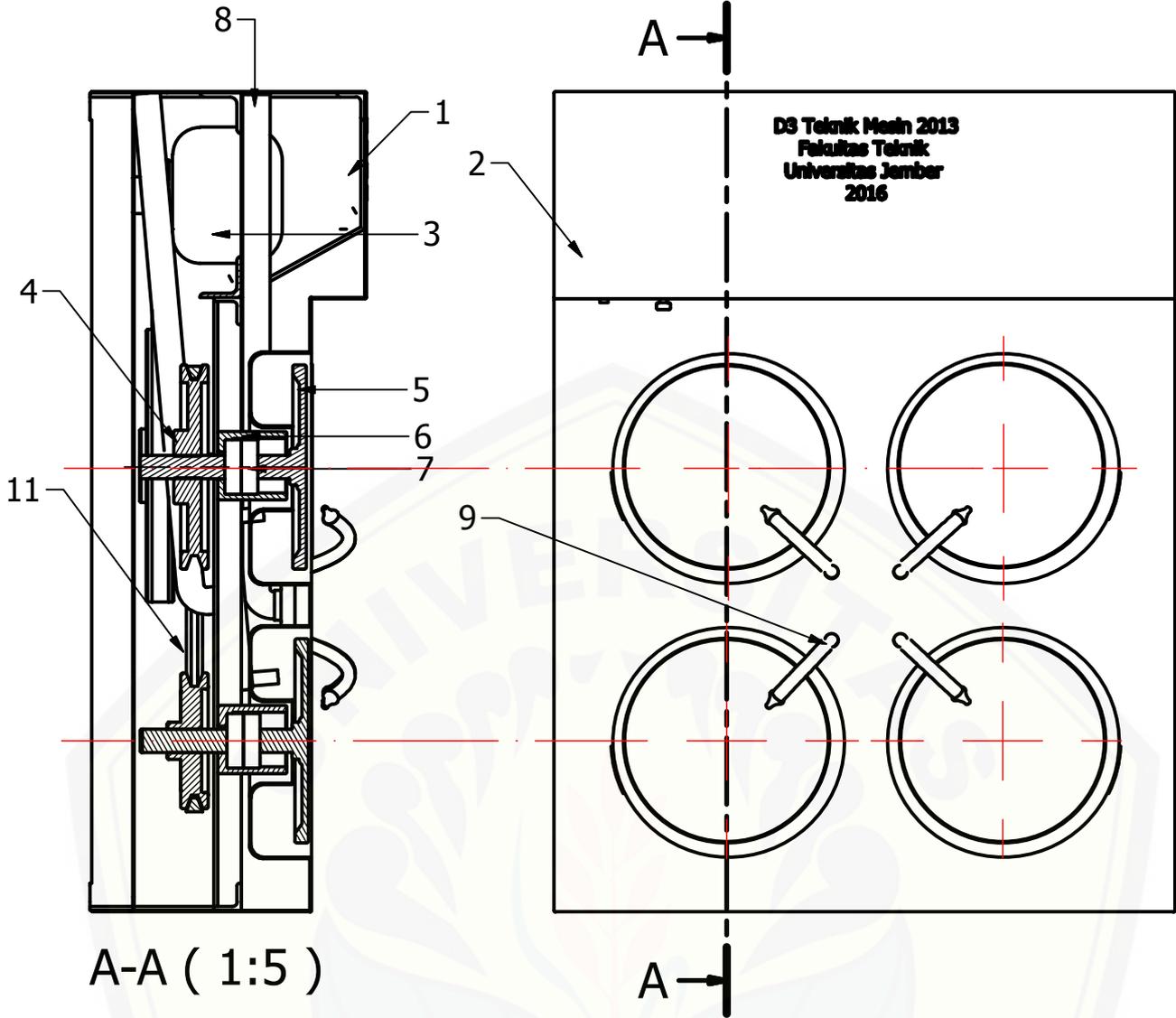
Gambar A. 25 Pembubutan disk



Gambar A. 26 Pembubutanudukan *bearing*.

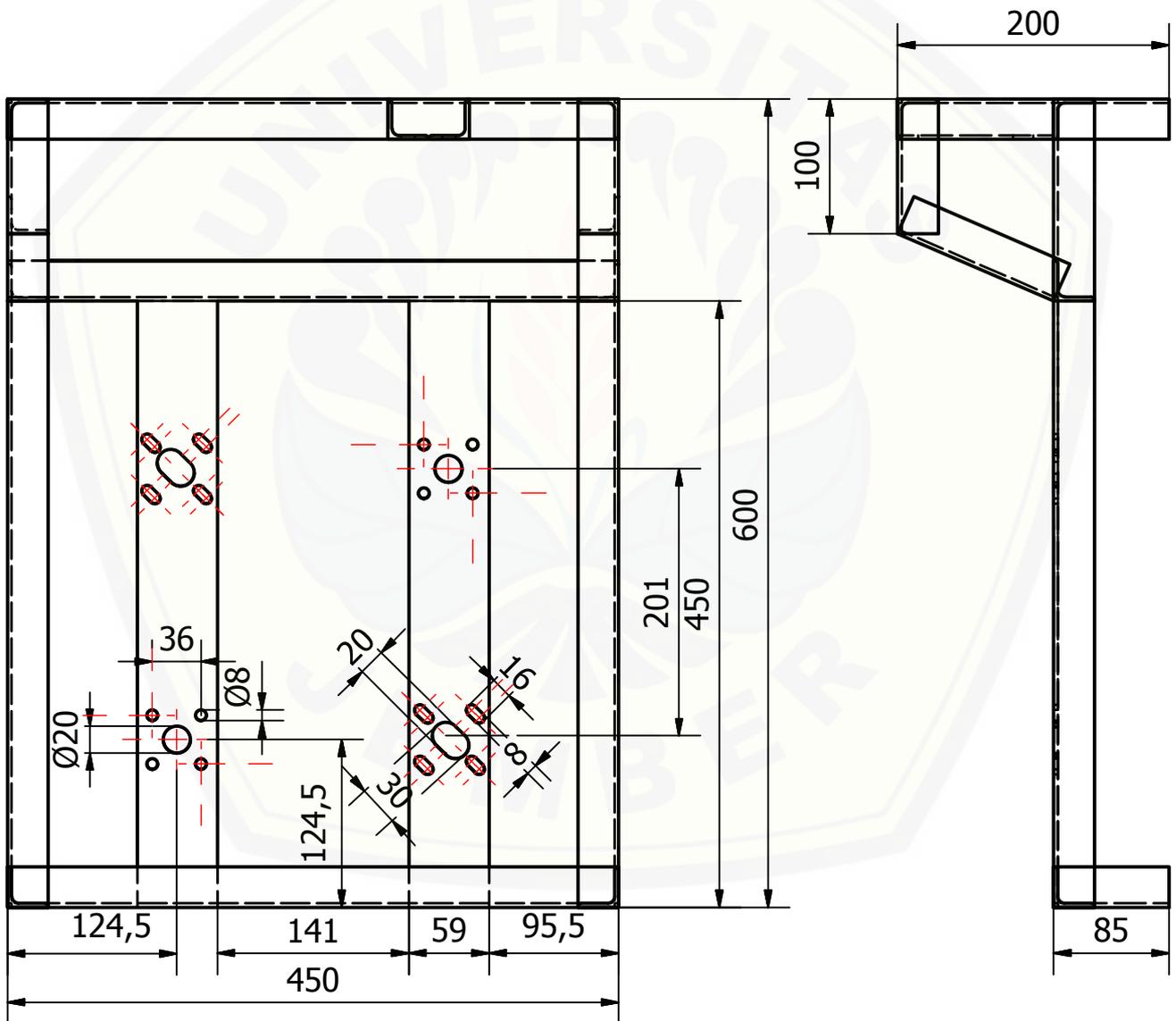
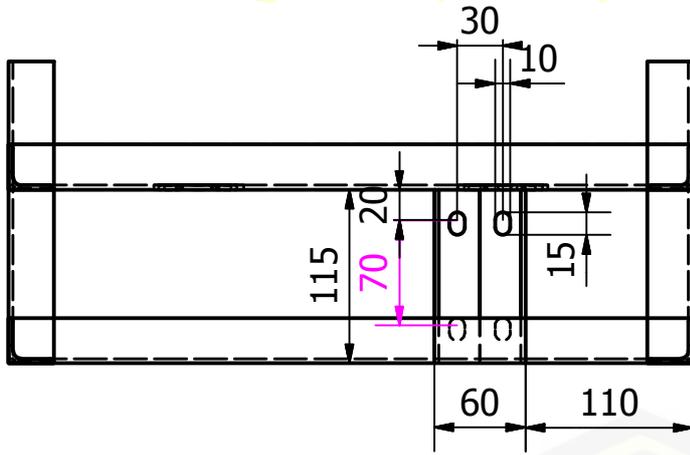


Gambar A. 27 Pengukuran kecepatan



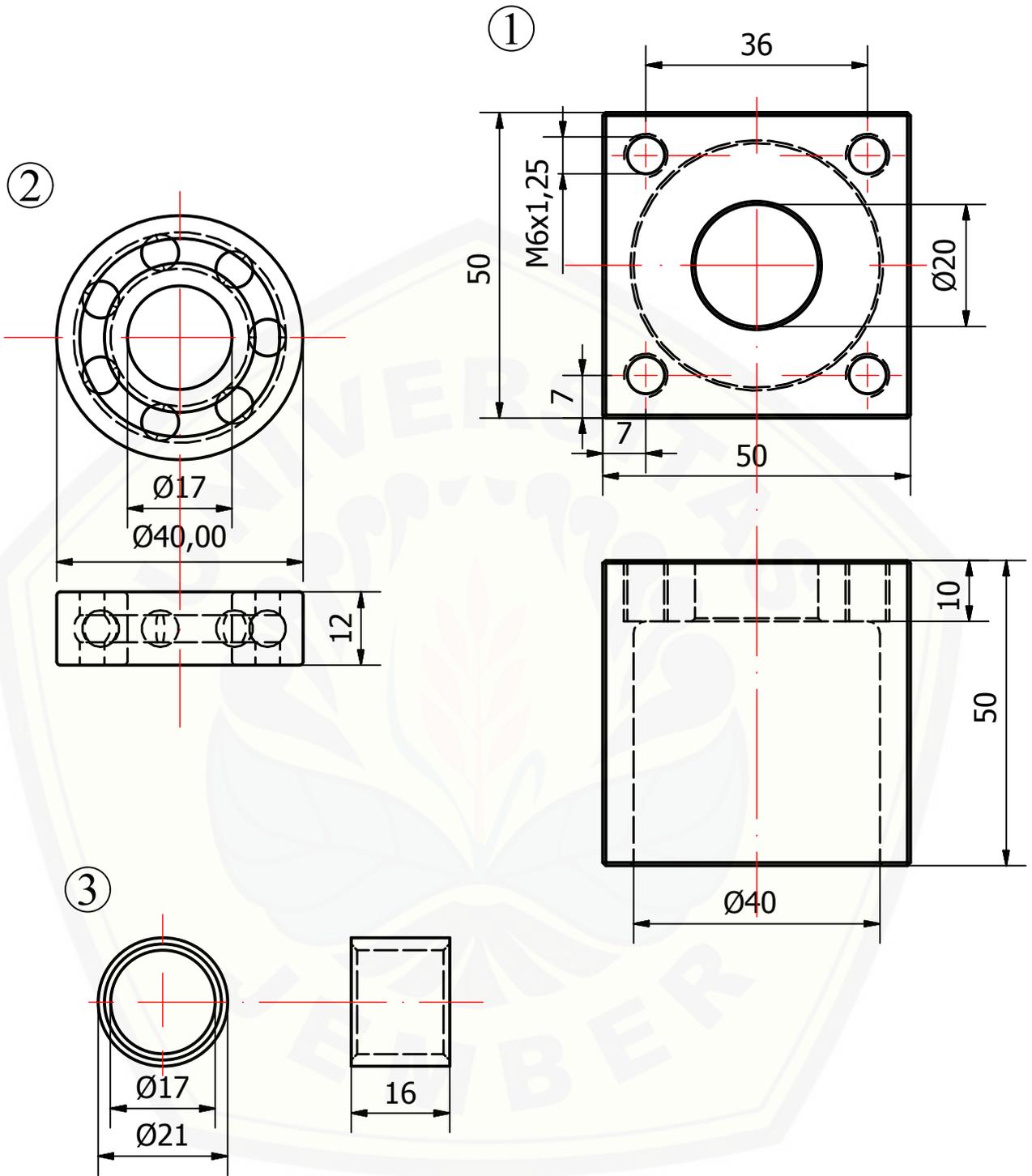
12	24	Mur dan Baut	-	M10x1,25 , M8x1,25	Pabrikan
11	4	V-Belt	Karet	-	Tipe A
10	1	Pipa Keluar	PVC	Ø10x450	Pabrikan
9	4	Kran	Tembaga	Ø8x20	Pabrikan
8	1	Pipa Masuk	PVC	Ø10x450	Pabrikan
7	8	Bearing	-	6203	Pabrikan
6	1	Home Bearing	Blok50x50	50x50x40,Ø45	Pembubutan
5	4	Dis	S 30 C	Ø150x8, Poros Ø17x80	Pembubutan, Pengelasan
4	5	Pully	Alluminium	Ø75x60, Ø50x40 dan Ø75x40	Pabrikan, Tipe A
3	1	Motor	-	1400 Rpm	Mesin Cuci Swam
2	1	Body	Komposit	453x603x203	Tebal Body 1,5
1	1	Rangka	Siku 30x30x3	450x600x200	Sambungan Kampuh

NO	Jumlah	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
KEKERASAN:		TOLERANSI : 0,5			TINGKAT : III
		Skala : 1 : 5	Di Gambar : Sucipto		Peringatan :
		Satuan : mm	NRP/DEPT: D3 teknik mesin		
		Tanggal : 24/03/2016	Di Lihat : Imam Sholahudin. ST.,MT		
Teknik Mesin Universitas jember		MESIN POLES DENGAN EMPAT TINGKAT KEKERASAN AMPELAS			01 A4



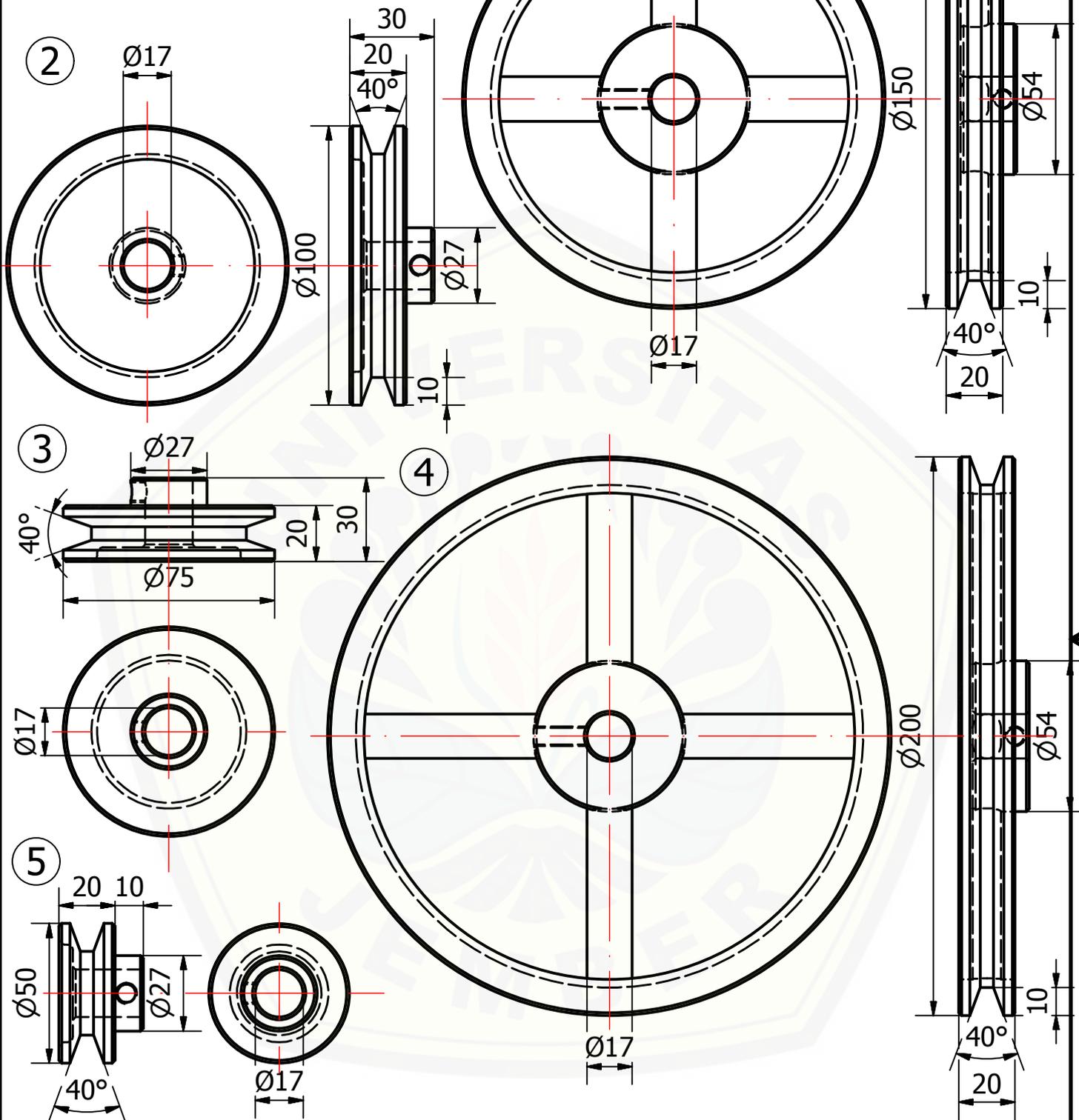
	Skala : 1 : 5	Di Gambar : Sucipto	Peringatan : Pengelasan kampuh	
	Satuan : mm	NRP/DEPT : D3 teknik mesin		
	Tanggal : 24/03/2016	Di Lihat : Imam Sholahudin. ST.,MT		
Teknik Mesin Universitas jember	RANGKA		02	A4

Toleransi Umum : 0,5
 Champer Umum : 1



<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Skala : 1 : 1	Di Gambar : Sucipto	Peringatan :		
	Satuan : mm	NRP/DEPT <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Tanggal : 24/03/2016	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Teknik Mesin Universitas jember	Kontruksi Bearing			04	A4

Toleransi Umum : 0.5
 Champer Umum : 1

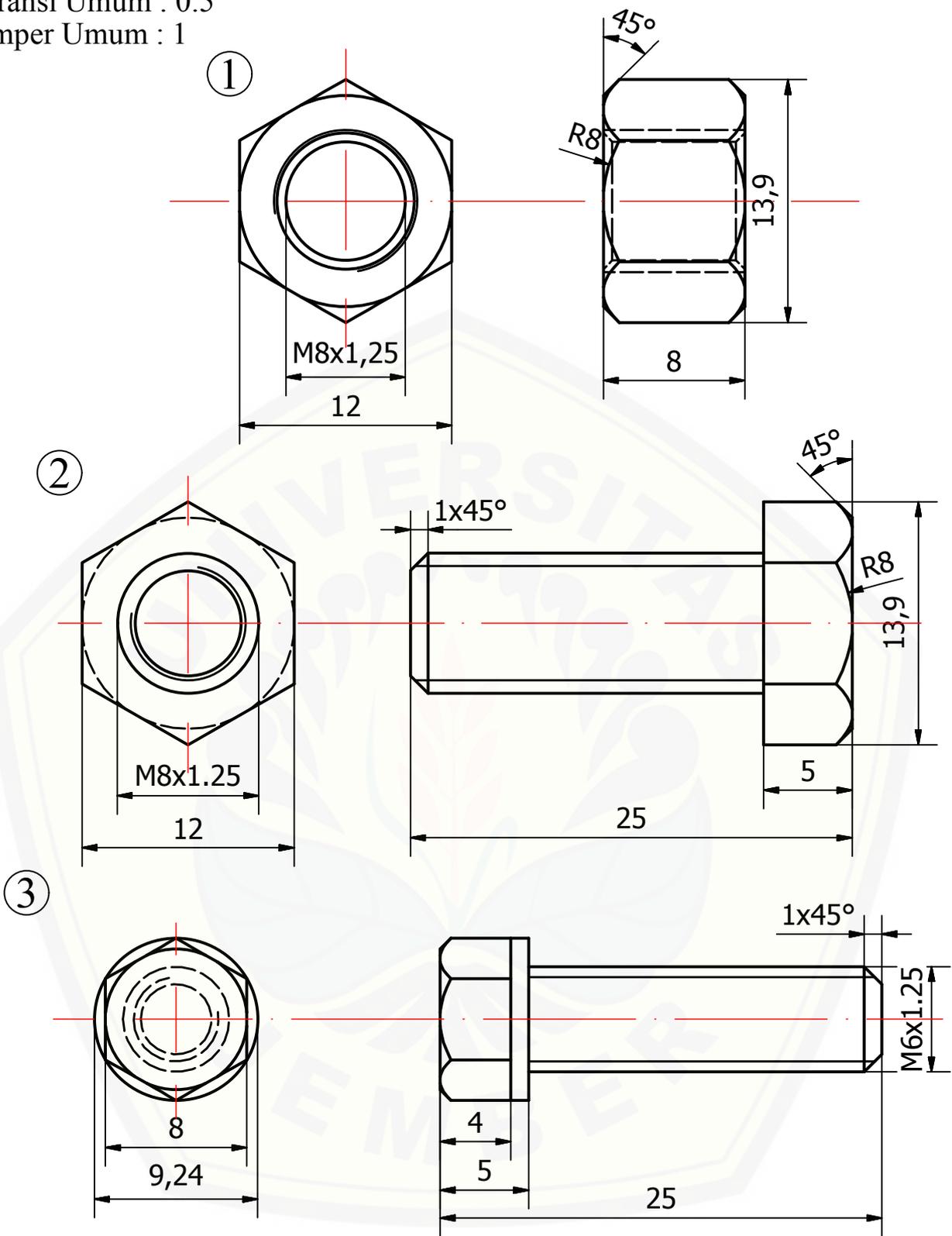


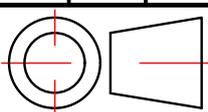
5	2	Pully Penggerak	Alluminium	Ø50x30	Pabrikan, Tipe A
4	1	Pully Rasio 1	Alluminium	Ø200X30	Pabrikan, Tipe A
3	1	Pully Penggerak	Alluminium	Ø75X30	Pabrikan, Tipe A
2	1	Pully Penggerak	Alluminium	Ø100X30	Pabrikan, Tipe A
1	1	Pully Penggerak	Alluminium	Ø150X30	Pabrikan, Tipe A

	Skala : 1 : 2	Di Gambar : Sucipto	Peringatan :
	Satuan : mm	NRP/DEPT: D3 teknik mesin	
	Tanggal : 24/03/2016	Di Lihat : Imam Sholahudin. ST.,MT	

Toleransi Umum : 0.5

Champer Umum : 1



3	16	Baut	ST 37	M6x1.0	Pabrikan		
2	4	Baut	ST 37	M10x1.5	Pabrikan		
1	4	Mur	ST37	M10x1.5	Pabrikan		
		Skala : 3 : 1	Di Gambar : Sucipto		Peringatan :		
		Satuan : mm	NRP/DEPT : D3 teknik mesin				
		Tanggal : 24/03/2016	Di Lihat : Imam Sholahudin. ST.,MT				
Teknik Mesin Universitas jember			Mur dan Baut			07	A4