



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENIRIS MINYAK
(BAGIAN DINAMIS)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

**DIDIT PRAYOGA
161903101012**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**RANCANG BANGUN ALAT POLES UJI MIKRO MENGGUNAKAN
DOUBLE DISK (BAGIAN STATIS)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma III Teknik Mesin dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh:

**MOCHAMAD AFIF AINUN NASIRIN
161903101011**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Laporan proyek ini merupakan hasil dari kerja keras dan juga bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT atas segala rahmat, kehendak dan juga rizki yang telah diberikan, dan juga Nabi Muhammad SAW.
2. Ibu saya Tafrihatuz Zunairoh, Bapak saya Sukatno Akhmad Sidik yang telah merawat dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang, memberikan segala dukungan, kepercayaan, dan doa terbaik. Untuk seluruh keluarga saya yang telah berperan penting dalam kehidupan saya sehingga bisa mengantarkan saya sampai sekarang ini.
3. Seluruh staf pengajar jurusan Teknik Mesin Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan juga ilmu terapan yang bermanfaat, atas segala bimbingan yang telah diberikan. Terutama kepada Ibu Intan Hardiatama S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bpk. Ir.Franciscus Xaverius Kristianta M.Eng; selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bpk. Dr. R Koekoeh K.W.,S.T.,M.Eng. selaku Dosen Penguji I, Bpk. Dr. Gaguk Jatisukanto,S.T.,M.T. selaku dosen Penguji II
4. Seluruh staf pengajar dari sejak saya mengenyam pendidikan di bangku TK, SD, SMP, dan juga SMK atas segala ilmu yang bermanfaat yang telah kalian berikan dan mendididik dengan penuh kesabaran
5. Seluruh teman teman Teknik Mesin Universitas Jember, juga teman seperguruan tinggi, teman dari SMK dan SMP atas segala dukungan kalian, ide, dan doa yang telah kalian berikan
6. Almamater Universitas Jember

MOTTO

“Orang – orang hebat dibidang apapun bukan baru bekerja karena mereka trinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja, mereka tidak menyia – nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi.”

(Ernest Newman)

“Great people in any field are not new to work because they are inspired, but they become inspired because they prefer to work, they do not waste time waiting for inspiration”.

(Ernest Newman)

“SOLIDARITY FOREVER”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochamad Afif Ainun Nasirin

NIM : 161903101011

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Rancang Bangun Alat Poles Uji Mikro *Double Disk* (Bagian Statis)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, November 2019

Yang menyatakan,

Mochamad Afif Ainun. N

NIM 161903101011

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT POLES UJI MIKRO MENGGUNAKAN
DOUBLE DISK
(BAGIAN STATIS)**

Oleh :

Mochamad Afif Ainun Nasirin

161903101011

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Intan Hardiatama S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir.Franciscus Xaverius Kristianta M.Eng;

PENGESAHAN

Proyek Akhir berjudul “Rancang Bangun Alat Poles Uji Mikro Menggunakan *Double Disk* (Bagian Statis)”, karya Mochamad Afif Ainun Nasirin telah diuji dan disahkan secara akademis pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Intan Hardiatama, S.T.,M.T.
NIP 198904282019032021

Ir.Franciscus Xaverius Kristianta M.Eng;
NIP 196501202001121001

Penguji I

Penguji II

Dr.Ir. R Koekoeh K,S.T.,M.I.
NIP 196700807 200212 001

Dr.Ir. Gaguk Jatisukamto,S.T.,M.T
NIP 19690209 199802 1 001

Mengesahkan Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun Alat Poles Uji Mikro Menggunakan *Double Disk* (Bagian Statis) ; Mochamad Afif Ainun Nasirin, 161903101011; 2020; 94 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Setelah melihat permasalahan yang ada pada laboratorium mekanik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, dalam hal ini keterbatasan mesin poles yang dapat di fungsikan untuk praktikum. Hanya ada satu mesin dengan 1 piringan pemoles. Hal ini lah yang menjadi dasar pertimbangan kami untuk membuat mesin poles dengan menggunakan dua piringan dan penambahan cekam spesimen untuk alat bantu praktikum di laboratorium mekanik Universitas Jember.

Pembuatan rangka yang kuat sangat dibutuhkan untuk menahan beban dinamis pada saat putaran rpm motor tinggi agar memberi kenyamanan bagi pengguna mesin poles uji mikro ini, juga dibuat rangka yang bias menahan getaran motor agar alat ini tidak bergerak atau bergeser saat melakukan pemolesan. Jadi dengan adanya mesin polishing ini, diharapkan mahasiswa mampu memaksimalkan praktikum dengan sebaiknya.

Cara kerja alat ini prinsipnya sama dengan alat elektronik, pertama-tama disambungkan dengan sumber tegangan sebesaryang kemudian dengan menggunakan transformator diturunkan tegangannya, sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan motor listrik. Selanjutnya motor AC berputar yang otomatis menggerakkan dua piringan logam karena dihubungkan dengan menggunakan puli dan belt. Kedua piringan logam ini dapat diatur kecepatan putarannya dengan menggunakan rangkaian pengatur kecepatan motor listrik, terdapat 3 variasi kecepatan yang dapat digunakan. Dengan menggunakan variasi kecepatan, dapat dihasilkan sebuah proses pemolesan yang hasilnya dapat sesuai dengan keinginan (Sawitri, 2011).

Alat poles uji mikro menggunakan *double disk* ini dapat menahan semua beban dari komponen statis maupun komponen dinamis, dan untuk getaran alat ini tidak mampu meredam getaran yang terjadi pada saat motor berjalan. Pada desain

sambungan las pada rangka, pengelasan dari pengujian kedua terjadi retakan pada rangka. Pada desain rangka, alat poles uji mikro ini sudah di desain dengan penambahan disk poles dari yang sebelumnya yang menggunakan 1 *disk* poles, penambahan 2 *disk* poles dapat mempercepat dalam pemolesan, dan juga penambahan cekam spesimen yang berguna agar memberi kenyamanan dan pengguna dapat lebih *safety* dalam penggunaannya.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Alat Poles Uji Mikro Menggunakan *Double Disk* (Bagian Statis)” Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma III (DIII) pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

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

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T.,M. Atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Hari Arbiantara B.,S.T.,M.T. atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan proyek akhir ini
3. Intan Hardiatama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan juga Ir.Franciscus Xaverius Kristianta M.Eng; selaku Dosen Pembimbing Anggota atas segala bimbingan, saran, dan juga masukan ide yang telah diberika kepada penulis sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan baik
4. Dr. R Koekoeh K.W.,S.T.,M.Eng. selaku Dosen Penguji I dan juga Dr. Gaguk Jatisukamto,S.T.,M.T. selaku dosen Penguji II atas segala kritik dan saran yang membangun yang telah diberikan kepad penulis.
5. Dr. Gaguk Jatisukamto,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi bimbingan dan juga arahan selama penulis melakukan kegiatan perkuliahan
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, kritik dan saran yang membangun, dan meluangkan waktunya kepada penulis

7. Ibu saya Tafrihatuz Zuinairoh, Bapak saya Sukatno Akhmad Sidik yang telah merawat dan membesarkan dengan penuh kasih sayang, memberikan segala dukungan, kepercayaan, dan doa terbaik. Dan juga untuk seluruh keluarga yang telah berperan penting dalam kehidupan sehingga bisa mengantarkan sampai sekarang ini
8. Ardhitama Primadijaya sebagai satu kelompok dalam pengerjaan Mesin Poles Uji Mikro Menggunakan *Double Disk* ini, dan seluruh Mahasiswa dan juga dosen anggota Laboratorium Material atas segala dukungan, masukan saran dan ide juga kritikan yang membangun kepada penulis
9. Seluruh guru yang mengajar di pendidikan bangku TK, SD, SMP, dan juga SMK atas segala ilmu yang bermanfaat yang telah kalian berikan dan mendididik dengan penuh kesabaran
10. Seluruh teman teman Teknik Mesin Universitas Jember, juga teman seperguruan tinggi, teman dari SMK dan SMP atas segala dukungan kalian, ide, dan doa yang telah kalian berikan
11. Seluruh teman mulai dari mengenyam pendidikan di bangku TK, SD, SMP, dan SMK yang telah mendukung, saran dan masukan kepada penulis
12. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang sudah mengajarkan penulis banyak hal yang berharga.

Jember, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
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	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengujian Sambungan Las.....	4
2.2 Proses Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	7
2.3 Bagian Perancangan.....	8
2.3.1 Rangka.....	8
2.3.2 Pengelasan.....	9
2.3.3 Mur dan Baut.....	11
2.3.4 Pegas	13
2.3.4 Pemilihan Bahan.....	15

2.4 Jenis-Jenis Besi Baja dan Fungsinya 16

BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN 23

3.1 Alat dan Bahan 23

 3.1.1 Alat 22

 3.1.2 Bahan..... 29

 3.1.3 Desain Rangka..... 29

3.2 Waktu dan Tempat Kegiatan 30

 3.2.1 Waktu 30

 3.2.2 Tempat..... 30

3.3 Metode Penelitian 30

 3.3.1 Studi Literatur 30

 3.3.2 Studi Lapangan..... 30

 3.3.3 Konsultasi..... 30

3.4 Metode Pelaksanaan 31

 3.4.1 Pengambilan Data 31

 3.4.2 Studi Pustaka 31

 3.4.3 Perencanaan dan Perancangan..... 31

 3.4.4 Proses Manufaktur 31

 3.4.5 Proses Perakitan..... 32

 3.4.6 Pengujian Rangka dan Alat..... 32

 3.4.7 Penyempurnaan Alat 32

 3.4.8 Pembuatan Laporan..... 32

3.5 *Flow Chart* 33

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan..... 34

4.2 Proses Pembuatan Mesin Poles Uji Mikro *Double Disk*..... 35

4.3 Cara Kerja Mesin Poles Uji Mikro *Double Disk* 38

4.4 Parameter Keberhasilan Komponen Mesin Poles Uji Mikro 39

4.5 Perolehan Data 41

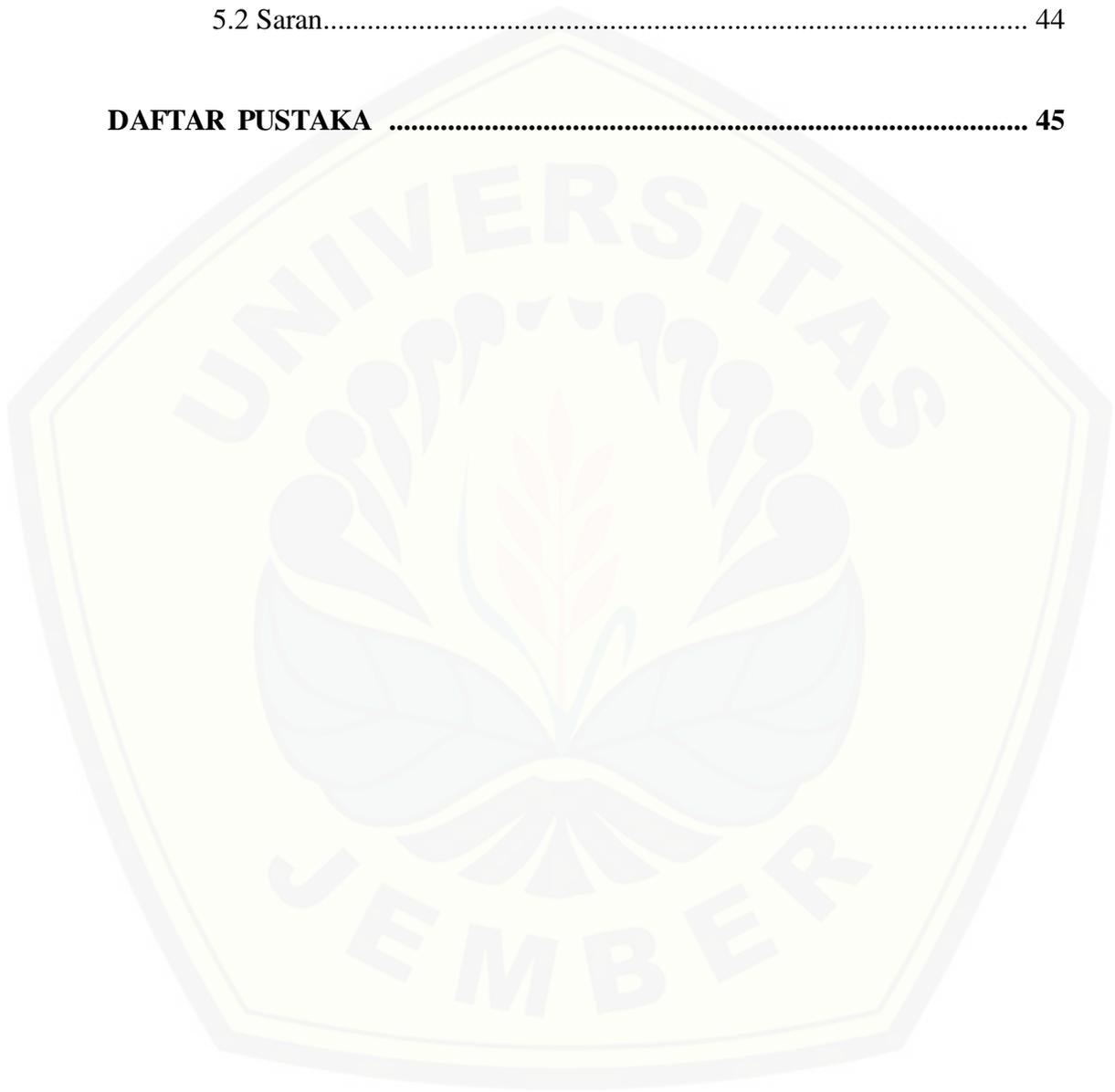
4.6 Data Pengujian 43

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 44

5.2 Saran..... 44

DAFTAR PUSTAKA 45



DAFTAR GAMBAR

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2.1 Pengujian Hasil Las	4
Gambar 2.2 Pemotongan sempel.....	5
Gambar 2.3 <i>Mounting</i>	6
Gambar 2.4 Proses <i>Grinding</i>	6
Gambar 2.5 <i>Polishing</i>	7
Gambar 2.6 Profil Plat L.....	8
Gambar 2.7 Mur dan Baut.....	11
Gambar 2.8 Bentuk Ulir.....	11
Gambar 2.9 Jarak Bagi (P) Ulir.....	12
Gambar 2.10 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Baut dan Mur	13
Gambar 2.11 Pegas	15
Gambar 2.12 Klasifikasi Bahan dan Paduannya	15
Gambar 2.13 Besi <i>Assental</i>	16
Gambar 2.14 Besi Beton.....	17
Gambar 2.15 Besi Siku	18
Gambar 2.16 Besi WF	18
Gambar 2.17 Besi H <i>Beam</i>	19
Gambar 2.18 <i>Expended Metal</i>	20
Gambar 2.19 Besi <i>Hollow</i>	20
Gambar 2.20 Pipa Kotak	21
Gambar 2.21 Besi Plat	21
Gambar 2.22 Besi Kanal C.....	22

BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN

Gambar 3.1 Mesin Gerinda.....	23
Gambar 3.2 Mesin Bor	23
Gambar 3.3 Gambar Amplas.....	24

Gambar 3.4 Las SMAW	24
Gambar 3.5 Penggaris Siku.....	24
Gambar 3.6 Kacamata <i>Safety</i>	25
Gambar 3.7 Jangka Sorong	25
Gambar 3.8 Meteran	26
Gambar 3.9 Penitik.....	26
Gambar 3.10 Kuas	26
Gambar 3.11 Ragum.....	27
Gambar 3.12 Penggores	27
Gambar 3.13 Kunci Ring Kombinasi	28
Gambar 3.14 Sarung Tangan.....	28
Gambar 3.15 Palu.....	28
Gambar 3.16 Rangka.....	29

BAB 4 PEMBAHASAN

Gambar 4.1 Desain Mesin Poles Uji Mikro <i>Double Disk</i>	34
Gambar 4.2 Desain Mesin.....	35
Gambar 4.3 Pemilihan Material.....	35
Gambar 4.4 Pemotongan Material.....	36
Gambar 4.5 Pengelasan	36
Gambar 4.6 Penyambungan dengan Mur Baut.....	36
Gambar 4.7 Pemasangan Komponen Mesin	37
Gambar 4.8 Proses Pendempulan dan Pengecatan.....	37
Gambar 4.9 Perakitan Mesin.....	38
Gambar 4.10 Komponen Instrumen Kendali	38
Gambar 4.11 Spesimen Uji Mikro	41
Gambar 4.12 Cekam Material	42
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Material	42

DAFTAR TABEL

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

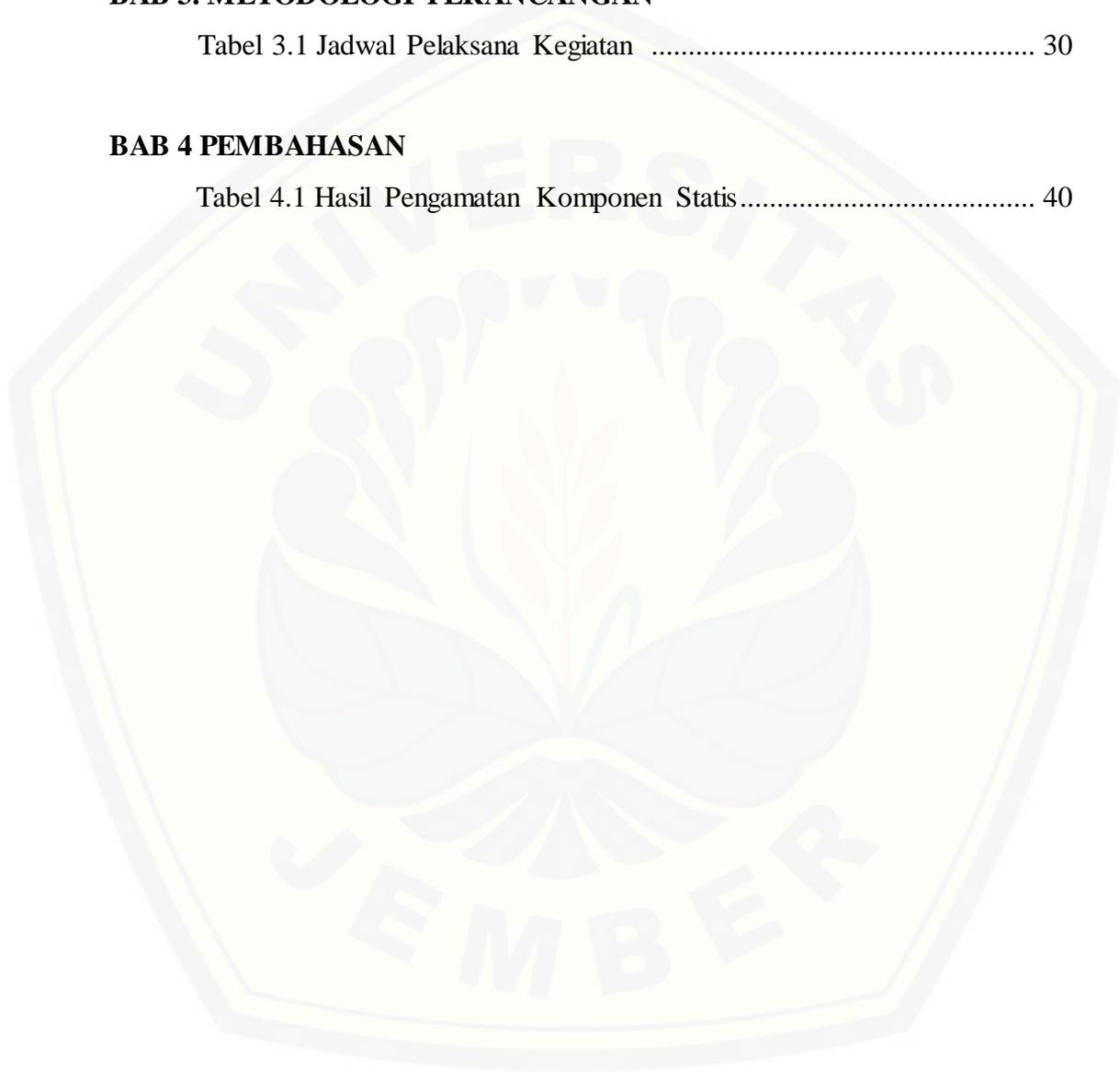
Tabel 2.1 Kekuatan baut, mur dan screw jenis bahan dasarnya 12

BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksana Kegiatan 30

BAB 4 PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Komponen Statis..... 40



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ada beberapa cara dan metode dalam melakukan pengujian bahan, antara lain adalah pengujian kekerasan bahan yang dilakukan dengan metode *rockwell*, *brinell* dan *vickers* dengan menggunakan mesin uji kekerasan. Pengujian elastisitas bahan dengan metode penarikan dan penekanan dengan pemberian pembebanan meningkat menggunakan mesin uji tarik dan uji lentur. Pengujian beban kejut *impact* (Samuels, 2003).

Setelah melihat permasalahan yang ada pada laboratorium mekanik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, dalam hal ini keterbatasan mesin poles yang dapat di fungsikan untuk praktikum. Hanya ada satu mesin dengan 1 piringan pemoles. Hal ini lah yang menjadi dasar pertimbangan kami untuk membuat mesin poles dengan menggunakan dua piringan dan penambahan cekam spesimen untuk alat bantu praktikum di laboratorium mekanik Universitas Jember.

Pembuatan rangka yang kuat sangat dibutuhkan untuk menahan beban dinamis pada saat putaran rpm motor tinggi agar memberi kenyamanan bagi pengguna mesin poles uji mikro ini, juga dibuat rangka yang bias menahan getaran motor agar alat ini tidak bergerak atau bergeser saat melakukan pemolesan. Jadi dengan adanya mesin polishing ini, diharapkan mahasiswa mampu memaksimalkan praktikum dengan sebaikbaiknya.

Penyambungan las pada rangka akan di uji dengan menggunakan pengujian NDT agar di ketahui bagian las yang masih berlobang atau kropos, pengujian sambungan las sangat diperhatikan, kekuatan rangka sangat diutamakan agar memberi keamanan bagi pengguna mesin poles uji mikro ini. Beban pada rangka ini cukup berat, karena rangka pada mesin poles ini menggunakan dua piringan sehingga menambah beban dari pada alat poles yang sebelumnya menggunakan satu piringan saja.

Cara kerja alat ini prinsipnya sama dengan alat elektronik, pertama-tama disambungkan dengan sumber tegangan sebesaryang kemudian dengan

menggunakan transformator diturunkan tegangannya, sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan motor listrik. Selanjutnya motor AC berputar yang otomatis menggerakkan dua piringan logam karena dihubungkan dengan menggunakan puli dan belt. Kedua piringan logam ini dapat diatur kecepatan putarannya dengan menggunakan rangkaian pengatur kecepatan motor listrik, terdapat 3 variasi kecepatan yang dapat digunakan. Dengan menggunakan variasi kecepatan, dapat dihasilkan sebuah proses pemolesan yang hasilnya dapat sesuai dengan keinginan (Sawitri, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka memunculkan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membangun rangka mesin poles uji mikro dengan menggunakan dobel *disk* yang tidak mudah bergerak atau bergetar pada saat penggunaannya?
2. Bagaimana cara merancang desain sambungan las pada rangka?
3. Bagaimana cara perancangan desain mur dan baut?
4. Bagaimana cara merancang rangka yang nyaman dan aman untuk pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah dalam penulisan laporan ini adalah bagian statis, yaitu sebagai berikut:

1. Tidak dilakukan pengujian rangka (uji mikro, uji tarik dan uji tekan).
2. Tidak dilakukan pengujian mikro pada hasil sambungan las.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari perencanaan dan pembangunan mesin poles uji mikro dalam Proyek Akhir ini adalah:

- a. Merancang dan membangun rangka mesin poles uji mikro yang kuat agar mampu menahan beban dari seluruh komponen mesin dan getarannya.
- b. Merancang dan membangun desain sambungan las pada rangka.
- c. Merancang dan membangun rangka yang nyaman bagi pengguna.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari perencanaan dan pembuatan poles uji mikro dalam Proyek Akhir ini adalah:

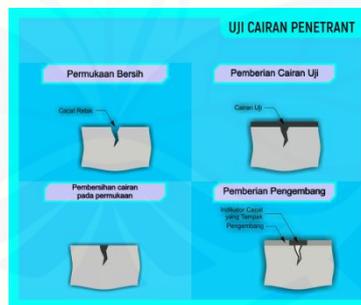
- a. Dapat menghasilkan rangka yang mampu menahan beban dari seluruh komponen dan getarannya.
- b. Dapat menghasilkan desain sambungan las pada rangka.
- c. Dapat menghasilkan rangka yang nyaman untuk pengguna.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengujian Sambungan Las

Gambar 2.1 dalam pengelasan las listrik menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari mesin genset akan mempengaruhi hasil lasan karena naik turunnya tegangan voltase. Voltase harus disesuaikan dengan bahan material yang akan dilas termasuk pemilihan kawat elektroda yang sesuai. Sambungan las tumpul atau butt joint adalah sambungan yang paling sering ditemui di kapal, umumnya pelat yang digunakan memiliki tebal yang sama. Sedangkan dalam proses pengelasan, kawat elektroda merupakan salah satu bagian penting dalam menentukan kualitas hasil pengelasan.

Adapun pengaruh hasil pengelasan yang kemungkinan terjadinya lubang cacing dan retak yang tinggi dan apabila kuat arus yang terlalu rendah akan mengakibatkan kurangnya penembusan dan kemungkinan terak terperangkap tinggi. Oleh karena itu perlu adanya pemilihan kuat arus dan voltase yang baik untuk hasil pengelasan yang maksimal dalam menggunakan mesin genset.



Gambar 2.1 Pengujian hasil las

a. *Cutting* (Pemotongan)

Gambar 2.2 *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 Pemotongan Sampel

b. *Mounting* (Pemberian Pegangan pada Benda Uji yang Kecil)

Gambar 2.3 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 dimounting. Proses mounting dilakukan dengan cara menempatkan benda uji dalam suatu media mounting press machine dan ditaburkan serbuk. Serbuk yang digunakan biasanya adalah bakelit. Didalam prosesnya diberi panas dan tekanan agar menjadi satu kesatuan (spesimen) antara sampel dengan bakelit. Adapun kegunaan dari mounting adalah:

- 1) Untuk memudahkan kita memegang benda uji atau memudahkan kita preparasi spesimen.
- 2) Untuk mendapatkan kerataan permukaan dari spesimen mounting dimana bahan mounting dikorbankan dan spesimen tetap rata.
- 3) Untuk multiple sampling atau banyak sampel yang dipegang.
- 4) Untuk memperpanjang usia bahan mounting (tidak mudah sobek).
- 5) Untuk keamanan si penguji dari specimen.
- 6) Untuk mempermudah proses mikroskopis saat pengamatan.
- 7) Untuk memberi identitas terhadap sampel yang banyak pada parameter yang berbeda.
- 8) Untuk memudahkan dalam penyimpanan.



Gambar 2.3 *Mounting*

c. *Grinding* (Pengikisan Kasar)

Gambar 2.4 *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 2.4 Proses *Grinding*
(Sumber : Laporan Dasar Karakterisasi Material)

d. *Polishing* (proses *finishing*)

Gambar 2.5 *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 2.5 *polishing*

2.2 Proses perlakuan panas (*heat treatment*)

Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknya akan berbeda. Struktur mikro tergantung pada proses pengerjaan yang dialami, terutama proses laku-panas yang diterima selama proses pengerjaan.

Proses perlakuan panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses laku-panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu. Proses perlakuan panas ada 2 kategori yaitu :

a. *Softening* (Pelunakan)

Softening adalah usaha untuk menurunkan sifat mekanik agar menjadi lunak dengan cara mendinginkan material yang sudah dipanaskan di dalam tungku *annealing* atau mendinginkan dengan udara terbuka *normalising*

b. *Hardening* (Pengerasan)

Hardening adalah usaha untuk meningkatkan sifat material terutama kekerasan dengan cara celup cepat *quenching* material yang sudah dipanaskan ke dalam

suatu media *quenching* berupa air, air garam, maupun oli. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil kekerasan dalam perlakuan panas antara lain : komposisi kimia, langkah perlakuan panas, cairan pendinginan, temperatur pemanasan. Tujuan utama dari pengerasan adalah untuk mengembangkan pengerasan yang tinggi. Objek utama dalam membuat pengerasan bagian mesin dari struktur baja adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik

2.3 Bagian Perancangan

Bagian Statis Mesin poles uji mikro terdiri dari beberapa komponen dimana komponen itu digolongkan pada 2 jenis atau bagian, yaitu komponen bagian statis dan juga bagian dinamis. Bagian dari Mesin poles uji mikro yang termasuk pada bagian statis meliputi Rangka, Sambungan, Mur dan Baut. Sementara untuk bagian dinamis daripada Mesin poles uji mikro itu meliputi motor, pully, belt, bearing, wadah peniris. Dan berikut ini merupakan pembahasan mengenai bagian statis dari Mesin poles uji mikro yang meliputi:

2.3.1 Rangka

Rangka merupakan suatu komponen yang harus ada pada mesin poles uji mikro hal ini dilakukan karena rangka merupakan penompang komponen-komponen yang ada pada mesin poles uji mikro. Kontruksi paa rangka harus kokoh.



Gambar 2.6 Profil plat L

Gambar 2.6 bahan rangka pada alat poles uji mikro ini menggunakan besi baja profil L dengan ukuran 40 X 40

2.3.2 Pengelasan

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. Pematrian yaitu cara pengelasan yang sambungannya diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk juga ikut mencair.

b. Kampuh Las

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

1. Pelat dengan ketebalan ≤ 2.5 mm dapat diletakkan menjadi satu terhadap yang lain dan disambung dengan satu sisi.
2. Pelat dengan ketebalan ≥ 2.5 mm dapat dilas dengan diberi ruang antara 1-5 mm dan las dua sisi sebaliknya terlebih dahulu diberi tepi miring pada pelat dengan jalan mengetam atau mengefrais atau dapat juga menggunakan dengan pembakar potong (proses persiapan tepi).
3. Tidak semua bahan yang mampu untuk dilas dan dapat diandalkan serta dapat dibuat dengan tujuan yang dikehendaki, baik dari segi kekuatan maupun ketangguhan.

c. Beberapa faktor penting untuk mengetahui bahan yang dapat dan mampu dilas

1. Sifat fisik atau 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.
- d. Perhitungan Kekuatan Las

Sambungan 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.

1. Menentukan moment lentur

$$Mb = F \cdot y \dots\dots\dots(1.1)$$

Dengan :

Mb = moment lentur (N.mm)

F = gaya (N)

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

2. Menentukan tegangan normal dalam kampuh

$$\sigma^I = \frac{M \cdot b}{I_{total}} \cdot y \dots\dots\dots(1.2)$$

Dengan :

σ^I = tegangan normal

Mb = moment lentur (N.mm)

I_{total} = moment inersia (mm⁴)

y = panjang benda kerja yang mendapat beban kegaris normal (mm)

3. Menentukan tegangan geser dalam kampuh

$$\tau^I = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1.3)$$

Dengan :

τ' = tegangan geser dalam kampuh (N/mm^2)

F = gaya (N)

A = luas penampang kampuh (mm^2)

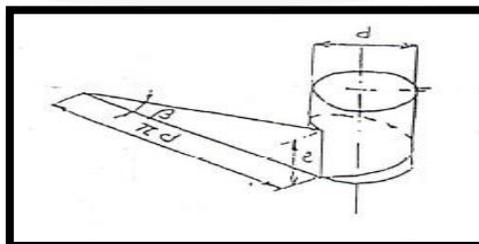
2.3.3 Mur dan Baut

Gambar 2.7 baut dan mur dapat digunakan untuk proses penyambungan antara dua bagian pelat. Proses penyambungan ini dapat dilakukan dengan mengebor bagian plat yang akan disambung sesuai dengan diameter baut dan mur yang akan digunakan. Sambungan baut, mur ini merupakan sambungan yang tidak tetap artinya sewaktu-waktu sambungan ini dapat dibuka.



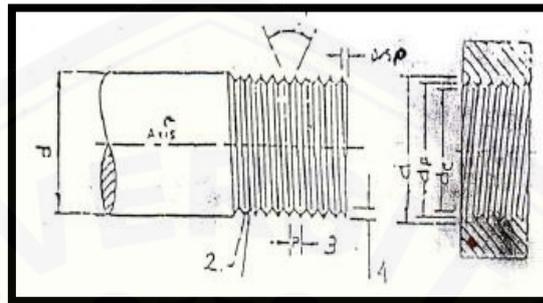
Gambar 2.7 Mur dan baut

Untuk menentukan ukuran mur dan baut, berbagai faktor harus diperhatikan seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian dan lain sebagainya. Bagian-bagian terpenting dari mur dan baut adalah ulir. Ulir adalah suatu yang diputar di sekeliling silinder dengan sudut kemiringan tertentu. Bentuk ulir dapat terjadi bila sebuah lembaran berbentuk segitiga digulung pada sebuah silinder.



Gambar 2.8 Bentuk ulir

Gambar 2.8 dalam pemakaiannya ulir selalu bekerja dalam pasangan antara ulir luar dan ulir dalam. Ulir pengikat pada umumnya mempunyai profil penampang berbentuk segitiga samakaki. Jarak antara satu puncak dengan puncak berikutnya dari profil ulir disebut jarak bagi (P).



Gambar 2.9 Jarak bagi (P) ulir

Keterangan gambar:

D = diameter terbesar ulir luar (ulir baut) atau diameter terbesar dari ulir dalam (ulir Mur)

Dc = diameter paling kecil dari ulir luar (ulir baut) atau diameter terkecil dari ulir dalam (ulir mur).

Dp = diameter rata-rata dari ulir luar dan ulir dalam.

1 = sudut ulir

2 = Puncak ulir

3 = jarak puncak ulir (jarak bagi) (P)

4 = Kedalaman ulir atau tinggi ulir (H)

Gambar 2.9 kekuatan baut, mur dan screw sangat tergantung dari jenis bahan dasarnya. Penggolongannya menurut kekuatan distandarkan dalam JIS seperti yang diperlihatkan pada tabel.

Tabel 2.1 Kekuatan baut, mur dan *screw* jenis bahan dasarnya

baut / skrup mesin (JIS B 1051)	Bilangan Kekuatan		3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	6,8	6,9	8,8	10,9	12,9	14,9
	Kekuatan tarik $\sigma_B (kg/mm^2)$	Minimum		34	40		50		60	60		80	100	120
	Maksimum		49	55		70		80	80		100	120	140	160
Batas mulur $\sigma_Y (kg/mm^2)$	Minimum		20	24	32	30	40	36	48	54	64	90	108	126
Mur (JIS B 1052)	Bilangan Kekuatan		4			5		6			8	10	12	14
	Tegangan beban yang dijamin (kg/mm^2)		40			50		60			80	100	120	140

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting, untuk mencegah timbulnya kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat, harus disesuaikan dengan gaya yang mungkin akan menimbulkan baut dan mur tersebut putus atau rusak. Dalam perencanaan baut dan mur kemungkinan kerusakan yang mungkin timbul yaitu:

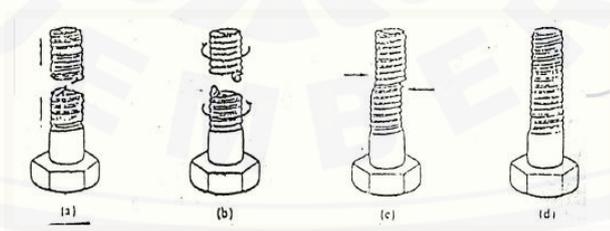
- Putus karena mendapat beban tarikan
- Putus karena mendapat beban puntir
- Putus karena mendapat beban geser
- Ulir dari baut dan mur putus tergeser

untuk menghindari kemungkinan timbulnya kerusakan tersebut, maka beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu:

- Sifat gaya yang bekerja pada baut dan mur tersebut
- Syarat kerjanya
- Kekuatan bahannya
- Kelas ketelitiannya

Gambar 2.10 Kemungkinan gaya-gaya yang bekerja pada baut dan mur sebagai berikut:

- Beban statis aksial murni
- Beban aksial, bersama dengan puntir
- Beban geser
- Beban tumbukan aksial



Gambar 2.10 Gaya-gaya yang bekerja pada baut dan mur

2.3.4 Pegas

Gambar 2.11 Pegas adalah suatu komponen yang berfungsi untuk menerima beban dinamis. Pegas memiliki sifat keelastisitasan. Elastisitas adalah sifat dari benda yang cenderung kembali kekeadaan semula setelah mengalami

perubahan bentuk karena mendapat gaya dari luar berupa tarikan, tekanan, dan dorongan. Dalam kehidupan sehari-hari pegas sudah umum digunakan, seperti dalam springbed, jam tangan, dan sepeda motor

dari baja. Pegas akan bertambah panjang atau bertambah pendek jika diberi gaya, dari sini dapat dicari konstanta pegas secara statis. Dalam hal lain, ketika pegas diberi usikan, maka sistem akan mengalami getaran. Dari waktu getaran dapat dihitung periode dan dari periode dapat dihitung konstanta pegas secara dinamis.

Konstanta pegas adalah besarnya gaya yang dibutuhkan atau yang harus diberikan sehingga terjadi perubahan panjang sebesar satu satuan panjang. Satuan SI untuk konstanta pegas adalah N/m atau $kg.m/s^2$. Sebuah gaya pemulih yang ditimbulkan oleh sebuah pegas ditentukan oleh Hukum *Hooke*. Hukum *Hooke* adalah hukum atau ketentuan mengenai gaya dalam ilmu fisika yang terjadi karena sifat elastisitas suatu pegas. Hubungan antara gaya (F) yang meregangkan pegas dan pertambahan panjang pegas (Δx) di daerah yang ada dalam batas kelenturan adalah,

$$F = K \cdot \Delta x \dots\dots\dots (1.4)$$

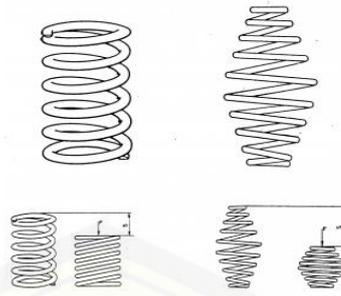
Dimana :

F = Gaya tarik/tekan

K = Konstanta pegas

X = Perubahan panjang

Gerak benda yang terjadi secara berulang dan dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik. Karena gerak ini terjadi secara teratur, maka gerak ini di sebut juga sebagai gerak harmonik. Periode (T) suatu gerak harmonik adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu lintasan lengkap dari geraknya, yaitu satu getaran penuh atau satu putaran sehingga dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

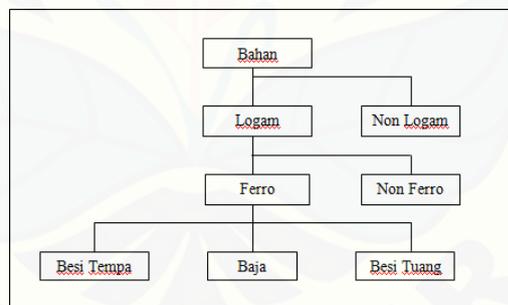


Gambar 2.11 Pegas

2.3.4 Pemilihan Bahan

Perancangan suatu elemen mesin mempunyai beberapa aspek yang harus diperhatikan. Salah satu aspek tersebut adalah pemilihan jenis bahan teknik yang akan digunakan. Pemilihan bahan untuk elemen atau komponen sangat berpengaruh terhadap kekuatan elemen tersebut.

Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Berikut gambar 2.10 Klasifikasi bahan dan paduannya.



Gambar 2.12 Klasifikasi bahan dan paduannya

Gambar 2.12 pemilihan suatu bahan teknik mempunyai beberapa aspek yang benar-benar memerlukan peninjauan yang cukup teliti. Peninjauan tersebut antara lain :

- a. Pertimbangan sifat meliputi
 1. Kekuatan
 2. Kekerasan
 3. Elastisitas

4. Keuletan
 5. Daya tahan korosi
 6. Daya tahan fatik
 7. Daya tahan mulur
 8. Sifat mampu dukung
 9. Konduktifitas panas
 10. Daya tahan terhadap panas
 11. Muai panas
 12. Sifat kelistrikan
 13. Berat jenis
 14. Sifat kemagnetan
- b. Pertimbangan febrikasi meliputi
1. Mampu cetak
 2. Mampu mesin
 3. Mampu tuang
 4. Mampu tempa
 5. Kemudahan sambungan las
 6. Perlakuan panas

2.4 Jenis-Jenis Besi Baja dan Fungsinya

- a. Besi *assental*



Gambar 2.13 Besi *assental*

Gambar 2.13 besi *assental* sendiri sebenarnya adalah salah satu besi yang mempunyai penampakan dari warna yang bermacam. Ada Assental yang memiliki warna putih, namun ada juga yang memiliki warna abu – abu. Untuk wujudnya sendiri, Assental memiliki format yang bulat atau lazimnya disebut dengan round bars dan mempunyai format segi empat atau kotak yang awam disebut dengan square bars. Malahan ada sebagian tipe besi Assental juga disebut juga dengan shafting bar, dimana jenis besi ini umumnya sering dipakai untuk cara kerja pembuatan sparepart mobil, mur, baut dan juga beberapa furniture lain seperti tempat duduk, rak dan masih banyak yang lainnya.

b. Besi beton



Gambar 2.14 Besi beton

Gambar 2.14 besi beton adalah besi yang diterapkan untuk penulangan konstruksi beton atau yang lebih diketahui sebagai beton bertulang. Beton bertulang yang mengandung batang tulangan dan direncanakan menurut pendapat bahwa bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya. Beton bertulang bersifat unik dimana dua macam bahan yakni besi tulangan dan beton diaplikasikan secara beriringan. Tulangan menyediakan gaya tarik yang tidak dimiliki beton dan mampu membendung gaya tekan. Secara umum besi beton tulangan mengacu pada dua format yakni besi polos (plain bar) dan besi ulir (deformed bar/BJTD). Besi polos yakni besi yang mempunyai penampang bundar dengan permukaan licin atau tak bersirip. Besi ulir atau besi tulangan beton sirip ialah batang besi dengan wujud permukaan khusus berbentuk sirip melintang (puntir/sirip ikan) atau rusuk memanjang (sirip teratur/bambu) dengan pola tertentu, atau batang tulangan yang dipilin pada pengerjaan produksinya.

c. Besi Siku



Gambar 2.15 Besi siku

Gambar 2.15 besi siku merupakan besi yang formatnya siku atau mempunyai sudut 90 derajat. Panjang besi siku ini yakni 6 meter. Umumnya, besi siku dipakai untuk membikin rak besi, tower air, konstruksi tangga, dan konstruksi besi lainnya. Macam besi ini banyak diaplikasikan karena profilnya yang kokoh dan tahan lama sehingga pantas untuk kebutuhan konstruksi bentang panjang karena dapat bertahan hingga bertahun – tahun. Besi siku juga mempunyai ukuran lebar dan ketebalan yang berbeda – beda sehingga konsumen bisa memilih sesuai dengan kebutuhan. Ukuran besi siku cukup bervariasi mulai dari 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm. Besi siku memang pantas untuk dipakai dalam struktur teknik dan pemakaian standar secara lazim. Tapi sama halnya seperti besi – besi lain, besi siku juga mempunyai keterbatasan untuk membendung muatan sehingga besi siku kurang sesuai untuk diaplikasikan dalam konstruksi- konstruksi besi yang terlalu berat.

d. Besi WF



Gambar 2.16 Besi WF

Gambar 2.16 *wide Flange* kerap diterapkan dalam konstruksi baja. Besi WF yaitu salah satu besi yang mempunyai energi sungguh-sungguh tinggi pada daya tekan maupun daya tarik. Tak heran jika besi WF dihasilkan salah satu elemen struktur dengan batas yang total untuk membendung muatan dan tarik, seperti menahan variasi muatan tarik aksial, tekan aksial. Malahan, besi ini mempunyai kepadatan yang tinggi sehingga tak akan terlalu berat dalam kapasitas muat muatan melainkan memberikan format struktur bahan atau konstruksi yang diaplikasikan menjadi lebih efisien.

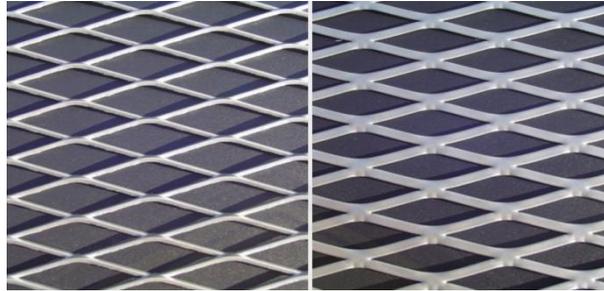
e. H-beam



Gambar 2.17 Besi H *beam*

Gambar 2.17 besi H *beam* merupakan sebuah balok baja yang dalam istilah inggris diketahui dengan Hot Rolled. Seperti namanya, besi ini mempunyai format huruf H yang lebar dan acap kali diterapkan dalam pembangunan konstruksi gedung, jembatan, atau lainnya. Baja profil H Beam dilengkapi dengan dimensi ukuran lebar dan alat pendengaran yang sama tapi pada besi WF, menjadi lebih lebar dibagian kupingnya. Apabila ukuran dimensinya merupakan 100 mm x 100 mm karenanya ini yakni ukuran profil H Beam, tetapi sekiranya dimensinya sudah berbeda umpamanya 200 mm x 100 mm karenanya ini tergolong sebagai profil WF.

f. *Expanded metal*



Gambar 2.18 Expanded metal

Gambar 2.18 *expanded metal* yakni salah satu macam logam bentang yang mana proses pembuatan dari plat yang mempunyai format lubang, format wajik yang sebetulnya tersambung tanpa ada proses untuk pengelasan dan juga *casting* sehingga kemungkinan besar dianggap jauh lebih kuat dan jauh lebih bendung lama. *Expanded Metal* memiliki berat yang berbeda-beda layak dengan ragam dan ukurannya. Dengan berat yang berbeda-beda hal yang demikian, tentu antara satu tipe dengan tipe yang lain memiliki fungsi yang tak sama sehingga, ketika hendak memakai untuk tujuan tertentu umpamanya, Anda harus mencari yang tepat.

g. *Hollow* (Hitam, Galvanil, Galvanis)



Gambar 2.19 Besi *hollow*

Gambar 2.19 besi *hollow* hitam ,galvanil, galvanis ini adalah pelapisan *finishing* yang berupa 97% elemen *coating zinc* dan 1% faktor coating aluminium serta sisanya faktor bahan lain. Untuk pengaplikasian besi hollow yang satu ini haruslah diberi anti karat dan ragam cat yang baik agar bendung lebih lama meski nantinya diterpa hujan serta panas.

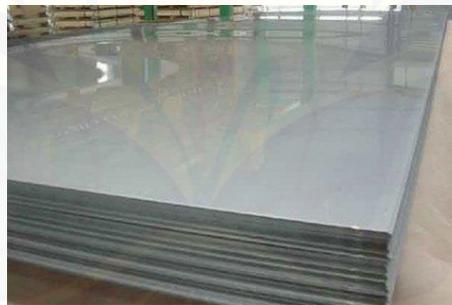
h. Pipa Kotak



Gambar 2.20 Pipa kotak

Gambar 2.20 pipa kotak adalah sebuah selongsong berbentuk kotak yang dipakai untuk mengalirkan fluida, cairan atau gas. Pipa Kotak biasanya digunakan pada instalasi gas atau air akan melainkan lebih sering kali diaplikasikan untuk instalasi pipa gorong-gorong jalan. Pipa variasi ini banyak juga dipakai untuk proyek-proyek bagus perumahan, ruko bagus umumnya komersial seperti mall, rumah sakit, pabrik, sekolah, apartment.

i. Plat (Hitam, Kapal, Bordes, Strip)



Gambar 2.21 Besi plat

Gambar 2.21 besi Plat Yakni bahan baku dalam pembuatan pelbagai variasi mesin dan keperluan industri lainnya. seperti pembuatan kendaraan beroda empat, kapal dan beraneka jenis alat transportasi. kecuali itu Besi plat juga dapat di pergunakan untuk pembuatan pelbagai tipe kebutuhan alat-alat rumah tangga. dapat juga di pergunakan untuk dasar bahan bangunan. Mempunyai ketahanan korosi unggul dalam aplikasi khusus di mana mempunyai untuk mengurangi kontaminasi ke minimum. Besi Plat diharapkan dioptimalkan untuk melawan lebih secara khusus serangan senyawa asam tepat sasaran.

j. UNP & CNP



Gambar 2.22 Besi kanal c

Gambar 2.22 besi Kanal C yang populer dikalangan user dan pasar disebut besi CNP yaitu material hasil pabrikan dari bahan plat Koil yang disusun dengan membutuhkan cutting dan banding sehingga menjadi seperti huruf C yang metode pada gambar. Ukuran panjang standart besi CNP merupakan 6 Meter dengan dimensi ukuran dan ketebalan yang berbeda. Akan namun ketebalan material CNP terbatas hingga 3,2mm saja yang tersedia dipasaran. Kegunaan material CNP diaplikasikan untuk bahan konstruksi bangunan sebagai tahanan atau rangka atap selain sebagai bahan kostruksi bangunan material CNP juga diaplikasikan untuk pabrikan otomotif dan industri.

BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Alat dan Bahan

Dalam rancang bangun mesin poles uji mikro ini membutuhkan beberapa menggunakan bahan dan menggunakan alat bantu dalam proses pembuatan komponennya maupun pada perakitanya. Adapun komponen yang dipakai dalam mesin ini yaitu:

3.1.1 Alat

a. Mesin gerinda



© Bhinneka.Com

Gambar 3.1 Mesin gerinda

Gambar 3.1 pada penelitian ini mesin gerinda potong digunakan untuk memotong atau mengasah besi siku dan juga beberapa bahan yang di gunakan untuk pembuatan rangka pada mesin poles uji mikro.

b. Mesin bor



Gambar 3.2 Mesin bor

Gambar 3.2 pada penelitian ini mesin bor digunakan untuk melubangi besi siku dan besi kotak untuk tempat mur dan baut, yang terdapat pada dudukan motor dan juga pada dudukan cekam spesimen.

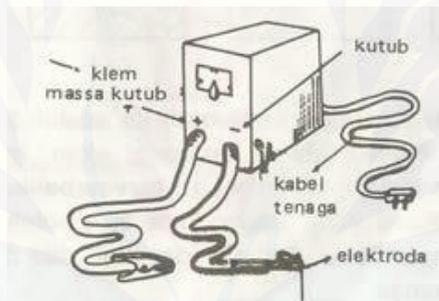
c. Amplas



Gambar 3.3 Amplas

Gambar 3.3 pada penelitian ini amplas digunakan untuk menggosok dan mengaluskan besi pada rangka yang setelah itu dilakukan pengecatan agar mengurangi terjadinya korosi pada besi rangka mesin poles uji mikro.

d. Las SMAW



Gambar 3.4 Las SMAW

Gambar 3.4 pada penelitian ini las SMAW digunakan untuk penyambungan besi siku pada rangka, penyambungan ini dilakukan dengan las SMAW karena untuk memperkuat rangka dan juga mampu menahan beban yang diberikan oleh spesimen pada saat di fungsikan.

e. Penggaris siku



Gambar 3.5 Penggaris siku

Gambar 3.5 pada penelitian ini penggaris siku digunakan untuk mengukur rangka pada bagian siku-sikunya, dan juga mempermudah peneliti untuk menandai garis persegi untuk pemotongan besi siku pada rangka mesin poles uji mikro

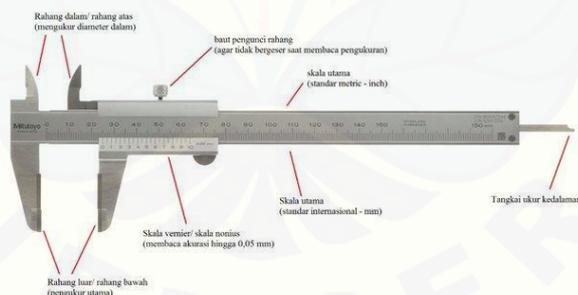
f. Kacamata *safety*



Gambar 3.6 Kacamata *safety*

Gambar 3.6 pada penelitian ini, kacamata *safety* digunakan untuk melindungi mata terhadap debu dan juga percikan gram pada saat melakukan pemotongan besi siku menggunakan gerinda potong dan ketika melakukan pengeboran pada besi siku.

g. Jangka sorong



Gambar 3.7 Jangka sorong

Gambar 3.7 pada penelitian ini Jangka sorong digunakan untuk mengukur benda dengan ketelitian yang mencapai seperatus millimeter, seperti pengukuran pada besi *assental* yang akan di masukkan bering dan juga digunakan pada saat pembuatan rumah spesimen.

h. Meteran



Gambar 3.8 Meteran

Gambar 3.8 pada penelitian ini meteran digunakan untuk mengukur jarak atau panjang besi siku dan juga digunakan untuk mengukur sudut, membuat sudut siku-siku.

i. Penitik



Gambar 3.9 Penitik

Gambar 3.9 pada penelitian ini penitik digunakan untuk membuat tanda atau lubang kecil pada besi siku agar mempermudah pada saat pengeboran, dan juga agar pada saat mengeboran mata bor tidak meleset pada besi yang akan di bor.

j. Kuas



Gambar 3.10 Kuas

Gambar 3.10 pada penelitian ini kuas digunakan untuk membersihkan gram setelah melakukan pengeboran, penggerindaan dan juga kotoran yang menempel pada besi rangka.

k. Ragum



Gambar 3.11 Ragum

Gambar 3.11 pada penelitian ini ragum digunakan untuk menjepit benda kerja agar mempermudah kita pada saat pengeboran besi dan juga penggerindaan besi yang digunakan untuk bahan rangka mesin poles uji mikro.

l. Penggores



Gambar 3.12 Penggores

Gambar 3.12 pada penelitian ini penggores digunakan untuk membuat garis khususnya untuk menandai garis pada permukaan besi siku yang telah di ukur dan akan dipotong bagiannya.

m. Kunci ring kombinasi



Gambar 3.13 Kunci ring kombinasi

Gambar 3.13 pada penelitian ini kunci ring kombinasi digunakan untuk mengencangkan dan mengendurkan mur dan juga baut yang berbentuk segi enam pada dudukan motor dan juga pada dudukan spesimen

n. Sarung tangan



Gambar 3.14 Sarung tangan

Gambar 3.14 pada penelitian ini Sarung tangan (*glove*) digunakan untuk melindungi tangan dari benda benda tajam dan membuat tangan tidak licin pada saat memegang gerinda maupun alat –alat yang lain, mencegah cedera pada saat sedang melakukan pembuatan mesin poles uji mikro ini.

o. Palu



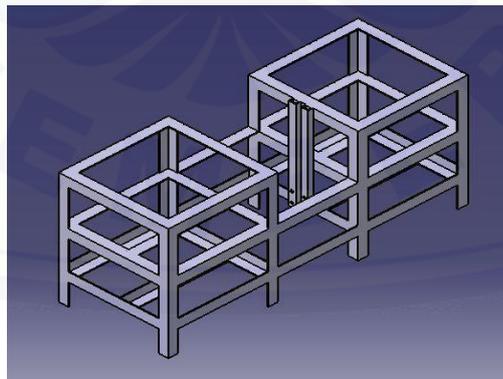
Gambar 3.15 Palu

Gambar 3.15 pada penelitian ini palu digunakan untuk memukul atau memberi tumbukan saat melakukan penitikan pada besi yang akan kita lubang dengan bor, dan juga untuk memukul besi yang sudah dilas agar menghilangkan kerak-kerak pada hasil las.

3.1.2 Bahan

- a. Plat siku 1200 mm x 440 mm x 500 mm
- b. plat kotak 27,5 mm x 80 mm dengan ketebalan 1,5 mm
- c. Plat besi bulat dengan ketebalan 0,5 cm dan diameter 24 cm
- d. Besi poros
- e. Batu gerinda
- f. Mur dan baut
- g. Elektroda
- h. Sprocket
- i. V – Belt
- j. Pulley
- k. Bearing
- l. Motor listrik

3.1.3 Desain rangka



Gambar 3.16 Rangka

Rangka merupakan suatu komponen yang harus ada pada mesin poles uji mikro, karena rangka merupakan penompang komponen-komponen yang ada pada mesin mesin poles uji mikro konstruksi pada rangka harus kuat untuk

menopang beban dinamis pada saat putaran rendah sampai putaran tinggi, dan rangka dirancang dengan menggunakan *double disk* ini agar mempercepat atau mempersingkat waktu pengerjaan poles uji mikro

3.2 Waktu dan Tempat

3.2.1 Waktu

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

3.2.2 Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan alat poles uji mikro adalah laboratorium kerja logam, laboratorium desain, laboratorium permesinan dan laboratorium las jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Studi literatur

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

3.3.2 Studi lapangan

Perancangan dan pembuatan alat mesin poles uji mikro dikerjakan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada alat yang sudah ada tetapi kita memvariasi alat yang sebelumnya agar lebih efisien dan juga lebih nyaman pada saat pengerjaan, untuk melihat prinsip kerjanya sebagai dasar dalam perancangan dan pembuatan poles uji mikro.

3.3.3 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk-petunjuk tentang perancangan dan pembuatan mesin poles uji mikro menggunakan *double disk* dan juga kita bisa mendapatkan saran-saran

yang baik dari dosen pembimbing kita, agar pada saat pembuatan laporan maupun pembuatan alat kita bisa membuatnya dengan sempurna.

3.4 Metode Pelaksanaan

3.4.1 Pengambilan Data

Dalam merencanakan alat mesin poles uji mikro bagian statis, maka terlebih dahulu dilakukan pengamatan di lapangan, studi literatur dan konsultasi yang mendukung pembuatan proyek akhir ini.

3.4.2 Studi pustaka

Sebagai penunjang dan referensi dalam pembuatan perancangan mesin poles uji mikro terhadap beban yang diberikan antara lain:

- a. Konstruksi rangka;
- b. Proses pengelasan;
- c. Proses permesinan;
- d. Proses sambungan mur dan baut.

3.4.3 Perencanaan dan perancangan

Setelah melakukan pengambilan data dan pembuatan konsep yang didapat dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan mesin poles uji mikro. Dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi tersebut dapat dirancang rangka. Dalam proyek ini proses yang akan dirancang adalah:

- a. Perancangan konstruksi rangka pada alat mesin poles uji mikro;
- b. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan;
- c. Proses perakitan dan finishing.

3.4.4 Proses Manufaktur

Proses ini merupakan proses pembuatan alat mesin poles uji mikro yang meliputi proses permesinan untuk membentuk suatu alat sesuai dengan desain

yang diinginkan. Adapun macam-macam proses permesinan yang dilakukan dalam pembuatan alat yaitu meliputi:

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

3.4.5 Proses Perakitan

Yaitu proses perakitan mesin poles uji mikro yang meliputi perakitan konstruksi rangka sesuai dengan desain yang kuat dalam menopang beban dinamis.

3.4.6 Pengujian rangka dan alat

Dilakukan untuk mengetahui apakah mesin poles uji mikro dapat bekerja dengan baik. Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut:

- a. Melihat apakah rangka kuat sehingga tidak mudah bergeser pada putaran rpm yang tinggi (tidak terdefleksi, tidak patah);
- b. Melihat apakah sambungan mur dan baut berfungsi (tidak lepas, tidak mengendor, dan tidak putus);
- c. Melihat apakah sambungan las kuat (tidak retak dan tidak patah).

3.4.7 Penyempurnaan alat

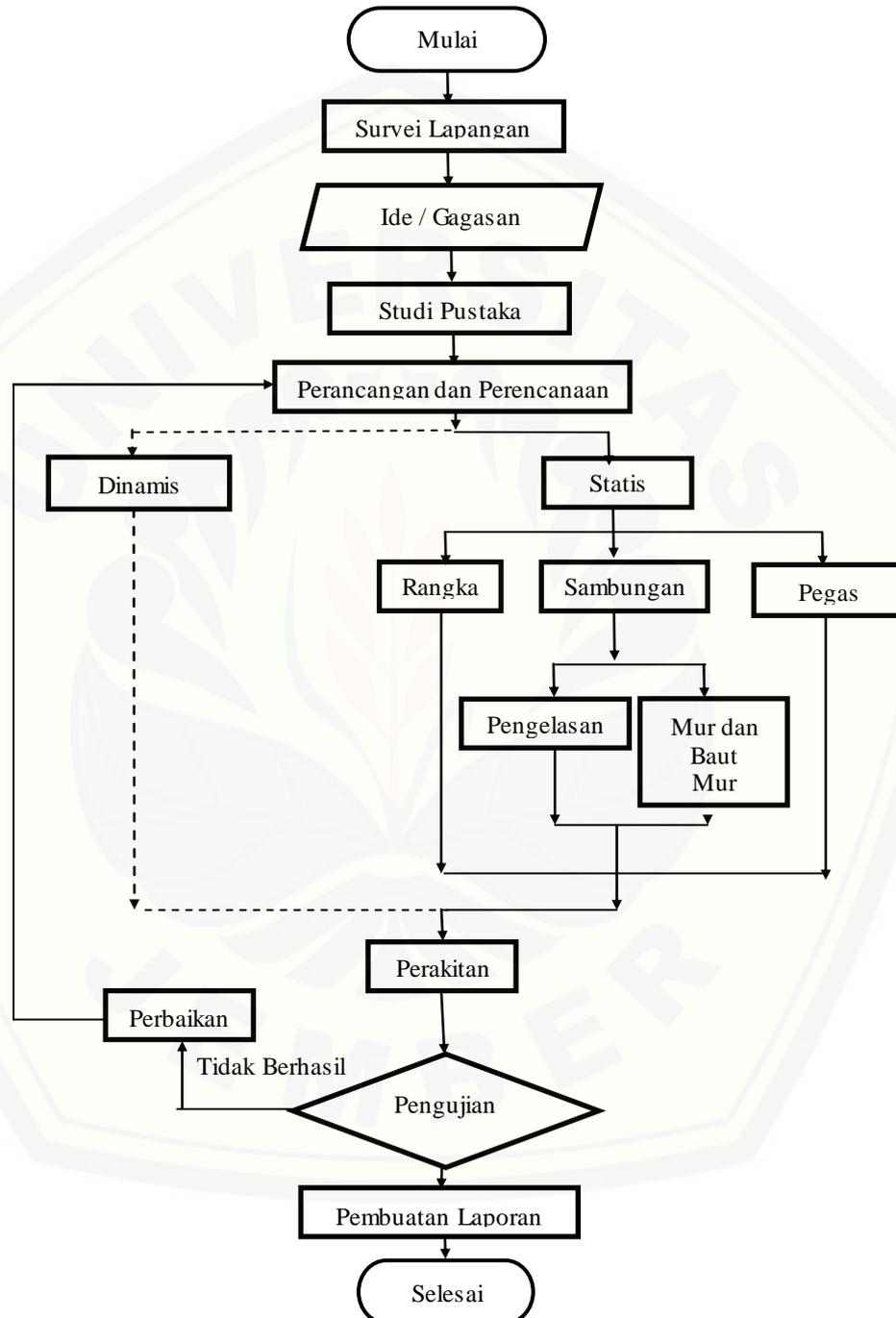
Penyempurnaan alat dilakukan apabila tahap pengujian terdapat masalah atau kekurangan, sehingga dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perancangan yang dilakukan.

3.4.8 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap dari awal analisa, desain, perancangan, dan pembuatan alat mesin poles uji mikro sampai dengan selesai.

3.5 Flow Chart

Flow chart tugas akhir pembuatan dan perancangan mesin poles uji mikro bagian statis seperti ditunjukkan pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Flow chart rancang bangun mesin poles uji mikro poles uji mikro

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Alat poles uji mikro menggunakan *double disk* ini dapat menahan semua beban dari komponen statis maupun komponen dinamis, dan untuk getaran alat ini tidak mampu meredam getaran yang terjadi pada saat motor berjalan.
2. Pada desain sambungan las pada rangka, pengelasan dari pengujian kedua terjadi retakan pada rangka.
3. Pada desain rangka, alat poles uji mikro ini sudah di desain dengan penambahan disk poles dari yang sebelumnya yang menggunakan 1 *disk* poles, penambahan 2 *disk* poles dapat mempercepat dalam pemolesan, dan juga penambahan cekam spesimen yang berguna agar memberi kenyamanan dan pengguna dapat lebih *safety* dalam penggunaannya.

5.2 Saran

Dalam pelaksanaan perancangan dan pembuatan alat poles uji mikro ini masih terdapat hal-hal yang perlu disempurnakan, antara lain:

1. Gaya penekanan terhadap amplas tidak boleh terlalu kuat, batas maksimum dari penekanan tersebut yaitu 3 kg, supaya tidak menyebabkan sobek pada kertas amplas.
2. Sebaiknya untuk kaki-kaki pada rangka dibuatkan peredam getar, supaya getaran pada mesin poles dapat direduksi.
3. Perlu adanya stasioner pada motor agar kecepatan putar dari motor dapat diatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Samuels, L. E. (2003). Metallographic polishing by mechanical methods. Asm International.
- Sawitri, D. dkk.(2011). Perancangan Mekanik Mesin Poles untuk Proses Metalografi Bahan menggunakan Motor Listrik”. Laporan Tugas Akhir. Surabaya. Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh (harli, 2018)
- Raharjo, Agung.(2017). Rancang dapur pemanas (*muffle furnace*) menggunakan bahan bakar gas (*LPG*). Jember (ID): Universitas Jember.
- Rajan, TJ, Sharma, (1997). Heat Treatment Principlea and Techniques. Prentice Hall of India Private Limited,New Delhi.
- Sularso. (1997). Elemen Mesin. Diperoleh 11 Juli 2019
- Tim Fisika Dasar.(2015).Panduan Praktikum Fisika Dasar 1. Surabaya : Unipress Unesa
- harli, Adistya Putri. (2018, juli 20). Jenis-jenis Besi Baja. *Retrieved* juli 11, 2019, *from education:* <https://education.microsoft.com/Story/Lesson?token=2eArq>

Lampiran

Parameter Perhitungan Alat Poles Uji Mikro (Bagian Statis)

a. Berat Komponen Mesin

Berat komponen mesin digunakan untuk menentukan bahan dan kekuatan yang dibutuhkan oleh rangka, data berat komponen sebagai berikut :

No	Nama Bahan	Jumlah	Berat	Jumlah
1	Plat siku	40 buah	0,5 kg	20 kg
2	Motor	1 buah	4 kg	4 kg
3	Cekam	2 buah	1,5 kg	3 kg
4	Pulley 1	1 buah	3,5 kg	3,5 kg
5	Pulley 2	1 buah	3 kg	3 kg
6	Bearing	4 buah	0,6 kg	2,4 kg
7	Piringan	2 buah	2 kg	4 kg
8	Mur dan Baut M10	12 pcs	0,015	0,18 kg
9	Mur dan Baut M5	10 pcs	0,01	0,1 kg
10	Engsel pintu	2 buah	0,11	0,22 kg

b. Diagram FGD (*Free Body Diagram*)

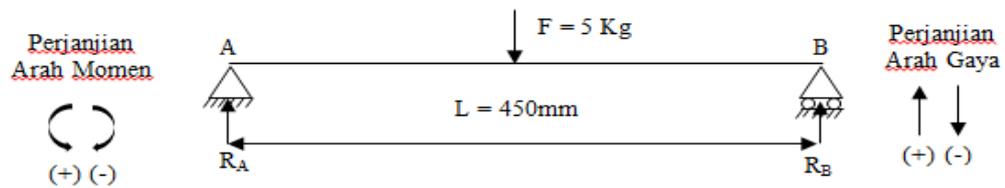
Beban yang dialami oleh dudukan *pillowblock* yang menyangga poros, cekam, piringan dan poros berat totalnya adalah 5 kg. Sebelum ke perhitungan membuat diagram FGD (*Free Body Diagram*). Berikut data dari beban yang dialami oleh dudukan *pillowblock* :

Cekam = 1,5 kg

Pillowblock = 0,5 kg

Piringan = 2 kg

Poros = 1 kg



1. Gaya aksi-reaksi pada tumpuan A dan B

$$\Sigma M_a = 0$$

$$R_b \cdot L - F \cdot a = 0$$

$$R_b \cdot 450 - 5 \cdot 225 = 0$$

$$450 R_b - 1.125 = 0$$

$$450 R_b = 1.125$$

$$R_b = 2,5 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$R_a \cdot L - F \cdot b = 0$$

$$R_a \cdot 450 - 5 \cdot 225 = 0$$

$$450 R_a - 1.125 = 0$$

$$450 R_a = 9.090$$

$$R_a = 2,5 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

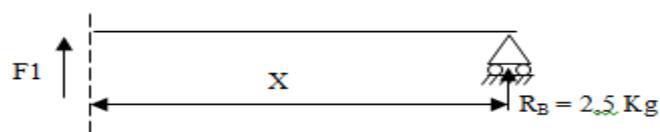
$$F = R_a + R_b$$

$$5 = 2,5 + 2,5$$

$$5 = 5$$

2. Bidang gaya geser

Potongan I dengan $0 \leq x \leq 225$



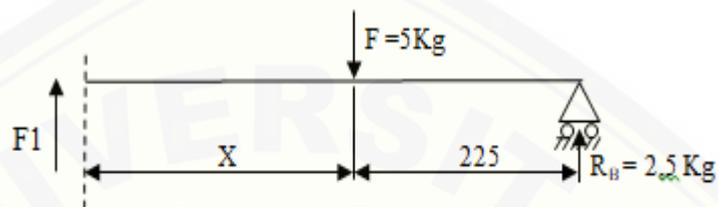
$$\Sigma F_1 = 0$$

$$F_1 + R_b = 0$$

$$F_1 = -R_b$$

$$F_1 = -2,5 \text{ kg}$$

Potongan II dengan $0 \leq x \leq 450$



$$\Sigma F_2 = 0$$

$$F_2 + R_b - F = 0$$

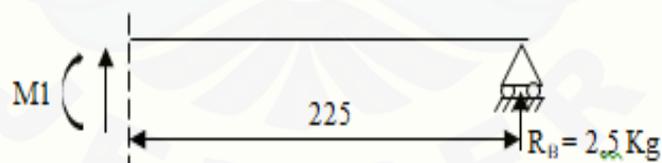
$$F_2 = -R_b + F$$

$$F_2 = -2,5 \text{ kg} + 5 \text{ kg}$$

$$F_2 = 2,5 \text{ kg}$$

3. Bidang gaya moment

Potongan I dengan batas $0 \leq x \leq 225$



$$\Sigma M_1 = 0$$

$$M_1 - R_b \cdot x = 0$$

$$M_1 = R_b \cdot x$$

$$M_1 = 2,5 \cdot x$$

$$M_1 = 2,5x$$

Perumpamaan Jarak 0 mm

$$\Sigma M = 0$$

$$M_1 - R_b \cdot x = 0$$

$$M_1 = R_b \cdot x$$

$$M_1 = 2,5 \cdot x$$

$$M_1 = 2,5 (0)$$

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

Perumpamaan Jarak 225 mm

$$\Sigma M = 0$$

$$M_1 - R_b \cdot x = 0$$

$$M_1 = R_b \cdot x$$

$$M_1 = 2,5 \cdot x$$

$$M_1 = 2,5 (225)$$

$$M_1 = 562,5 \text{ kg.mm}$$

Potongan II dengan batas $0 \leq x \leq 225$



$$\Sigma M_2 = 0$$

$$M_2 - R_b \cdot (b + x) - F \cdot x = 0$$

$$M_2 = R_b \cdot (b + x) - F \cdot x = 0$$

$$M_2 = 2,5 \cdot (225 + x) - 5 \cdot x = 0$$

$$M_2 = 562,5 + 2,5x - 5x$$

$$M_2 = 562,5 - 5x$$

$$M_2 = 557,5 \text{ kg.mm}$$

Perumpamaan Jarak 0 mm

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

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

$$M_{II} = 2,5 \cdot (225 + 0) - 5 \cdot 0 = 0$$

$$M_{II} = 562,5 + 0 - 0$$

$$M_{II} = 562,5 \text{ kg.mm}$$

Perumpamaan Jarak 450 mm

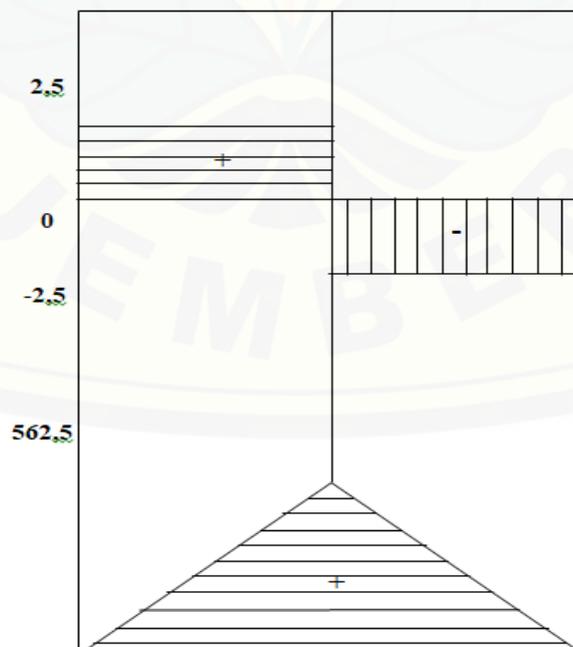
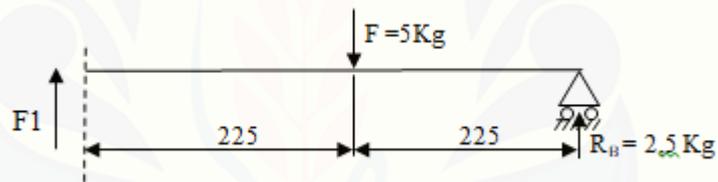
$$M_{II} - R_b \cdot (b + x) - F \cdot x = 0$$

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

$$M_{II} = 2,5 \cdot (225 + 450) - 5 \cdot 450 = 0$$

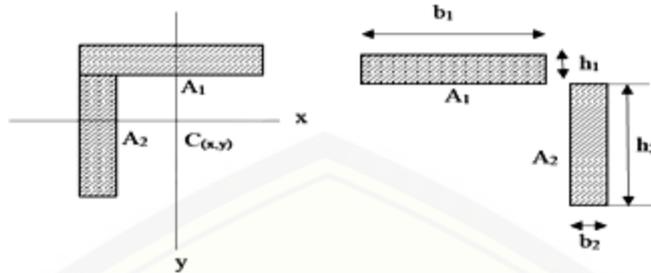
$$M_{II} = 562,5 + 1.125 - 2.250$$

$$M_{II} = -562,5 \text{ kg.mm}$$



Gambar 4.8 Diagram geser dan diagram momen

- c. Perencanaan kolom dan las material ST-37 profil siku
 1. Perencanaan kolom



Modulus elastisitas (E) = 210000 N/mm²

Dimensi besi siku yang digunakan

$$b_1 = 40 \text{ mm} \quad h_1 = 3 \text{ mm}$$

$$b_2 = 3 \text{ mm} \quad h_2 = 40 \text{ mm}$$

Titik tengah besi siku ST-37 pada daerah 1 dan 2

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

$$x_2 = \frac{b_2}{2}$$

$$x_1 = \frac{40}{2}$$

$$x_2 = \frac{3}{2}$$

$$x_1 = 20 \text{ mm}$$

$$x_2 = 1,5 \text{ mm}$$

$$y_1 = \frac{h_1}{2}$$

$$y_2 = \frac{h_2}{2}$$

$$y_1 = \frac{3}{2}$$

$$y_2 = \frac{40}{2}$$

$$y_1 = 1,5 \text{ mm}$$

$$y_2 = 20 \text{ mm}$$

Luas permukaan besi siku ST-37 pada daerah 1 dan 2

$$A_1 = b_1 \cdot h_1$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2$$

$$A_1 = 40 \cdot 3$$

$$A_2 = 3 \cdot 40$$

$$A_1 = 120 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 120 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{\text{total}} = 120 \text{ mm}^2 + 120 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = 240 \text{ mm}^2$$

Inersia daerah 1 dan 2

$$Ix_1 = \frac{b_1 h_1^3}{12}$$

$$Ix_1 = \frac{40 \cdot 3^3}{12}$$

$$Ix_1 = 90 \text{ mm}^4$$

$$Ix_2 = \frac{b_2 h_2^3}{12}$$

$$Ix_2 = \frac{3 \cdot 40^3}{12}$$

$$Ix_2 = 16.000 \text{ mm}^4$$

Menentukan centroid ($C_{(x,y)} = x', y'$)

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

$$x' = \frac{(120 \cdot 20) + (120 \cdot 1,5)}{120 + 120}$$

$$x' = \frac{2400 + 118,5}{240}$$

$$x' = 10,49 \text{ mm}$$

$$y' = \frac{(A_1 \cdot y_1) + (A_2 \cdot y_2)}{A_1 + A_2}$$

$$y' = \frac{(120 \cdot 1,5) + (120 \cdot 20)}{120 + 120}$$

$$y' = \frac{180 + 2.400}{240}$$

$$y' = 10,75 \text{ mm}$$

Menentukan momen inersia

$$I_1 = Ix_1 + (y_1^2 \cdot A_1)$$

$$I_1 = 90 + (1,5^2 \cdot 120)$$

$$I_1 = 90 + 270$$

$$I_1 = 360 \text{ mm}^4$$

$$I_2 = Ix_2 + (y_2^2 \cdot A_2)$$

$$I_2 = 16.000 + (20^2 \cdot 120)$$

$$I_2 = 16.000 + 48.000$$

$$I_2 = 64.000 \text{ mm}^4$$

$$I_{total} = I_1 + I_2$$

$$I_{total} = 360 + 64.000$$

$$I_{total} = 64.360 \text{ mm}^4$$

beban kritis (P_{cr}) yang diterima kolom

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4l^2}$$

$$P_{cr} = \frac{3,14^2 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 64.360 \text{ mm}^4}{4 \cdot 100^2}$$

$$P_{cr} = 2.313.514,0503 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{cr} = 231.351,405 \text{ kg/mm}^2$$

Berdasarkan hasil perancangan rangka $P_{cr} = 231351,405 \text{ kg/mm}^2$ dan $P = 40,652 \text{ kg}$. Jadi $P_{cr} \geq P$, sehingga dapat disimpulkan kolom mampu menahan beban yang terjadi.

2. Perencanaan las

Jenis elektroda yang digunakan adalah AWS E6013 dengan diameter 2,6 mm. Elektroda jenis ini memiliki kekuatan tarik $47,1 \text{ kg/mm}^2$ dan perpanjangan 17 %, tegangan geser yang diijinkan adalah 0,3 kali kekuatan tarik elektroda. Tegangan tarik dan lentur yang diijinkan untuk kampuh las (σ_{zul}) = 135 N/mm^2 .

Momen inersia

$$b_1 = 40 \text{ mm}$$

$$h_1 = 3 \text{ mm}$$

$$b_2 = 3 \text{ mm}$$

$$h_2 = 40 \text{ mm}$$

Titik tengah besi siku ST-37

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

$$x_2 = \frac{b_2}{2}$$

$$x_1 = \frac{40}{2}$$

$$x_2 = \frac{3}{2}$$

$$x_1 = 20 \text{ mm}$$

$$x_2 = 1,5 \text{ mm}$$

$$y_1 = \frac{h_1}{2}$$

$$y_1 = \frac{3}{2}$$

$$y_1 = 1,5 \text{ mm}$$

$$y_2 = \frac{h_2}{2}$$

$$y_2 = \frac{40}{2}$$

$$y_2 = 20 \text{ mm}$$

Luas permukaan besi siku ST-37

$$A_1 = b_1 \cdot h_1$$

$$A_1 = 40 \cdot 3$$

$$A_1 = 120 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2$$

$$A_2 = 3 \cdot 40$$

$$A_2 = 120 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{\text{total}} = 120 \text{ mm}^2 + 120 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = 240 \text{ mm}^2$$

Menentukan centroid ($C_{(x,y)} = x', y'$)

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

$$x' = \frac{(120 \cdot 20) + (120 \cdot 1,5)}{120 + 120}$$

$$x' = \frac{2400 + 180}{240}$$

$$x' = 10,75 \text{ mm}$$

$$y' = \frac{(A_1 \cdot y_1) + (A_2 \cdot y_2)}{A_1 + A_2}$$

$$y' = \frac{(120 \cdot 1,5) + (120 \cdot 20)}{120 + 120}$$

$$y' = \frac{180 + 2400}{240}$$

$$y' = 10,75 \text{ mm}$$

Menentukan momen inersia

$$I_1 = Ix_1 + (y_1^2 \cdot A_1)$$

$$I_1 = 90 + (1,5^2 \cdot 120)$$

$$I_1 = 90 + 270$$

$$I_1 = 360 \text{ mm}^4$$

$$I_2 = Ix_2 + (y_2^2 \cdot A_2)$$

$$I_2 = 16.000 + (20^2 \cdot 120)$$

$$I_2 = 16.000 + 48.000$$

$$I_2 = 64.000 \text{ mm}^4$$

$$I_{total} = I_1 + I_2$$

$$I_{total} = 360 + 64.000$$

$$I_{total} = 64.360 \text{ mm}^4$$

Pada rancangan kali ini didapat $F = 40,40 \text{ kg}$ dan $l = 120 \text{ mm}$

Momen lentur yang terjadi pada rangka material ST-37 profil siku

$$Mb = F \cdot l$$

$$Mb = 40,40 \cdot 120$$

$$Mb = 4.848 \text{ mm}$$

Tegangan lentur yang terjadi pada rangka material ST-37 profil siku

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

$$\sigma' = \frac{4.848}{64.360} \times 10,75$$

$$\sigma' = 0,0753 \times 10,75$$

$$\sigma' = 0,8094 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan geser yang terjadi pada rangka material ST-37 profil siku

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

$$\tau' = \frac{40,40 \text{ kg}}{240}$$

$$\tau' = 0,1683 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan resultan yang terjadi pada rangka material ST-37 profil siku

$$\sigma' v = \sqrt{\sigma^2 + 1,8 \tau^2}$$

$$\sigma' v = \sqrt{0,8094^2 + 1,8 (0,1683)^2}$$

$$\sigma' v = \sqrt{0,65512836 + 1,8 (0,02832489)}$$

$$\sigma' v = \sqrt{0,65512836 + 0,02832489}$$

$$\sigma' v = \sqrt{0,706113162}$$

$$\sigma'v = 0,8403 \text{ kg/mm}^2$$

Pengujian kekuatan sambungan las

$\sigma' \leq \sigma \text{ zul} = 0,8094 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2$. Sehingga dapat disimpulkan sambungan las sudah memenuhi syarat dan kuat.

$\tau' \leq \sigma \text{ zul} = 0,1683 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2$. Sehingga dapat disimpulkan sambungan las sudah memenuhi syarat dan kuat.

$\sigma'v \leq \sigma \text{ zul} = 0,8403 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2$. Sehingga dapat disimpulkan sambungan las sudah memenuhi syarat dan kuat.

3. Perencanaan Mur Baut

Beban pada mur baut

Tabel Total beban yang dialami mur dan baut

No	Nama Bahan	Jumlah	Berat	Jumlah
1	Plat siku	40 buah	0,5 kg	20 kg
2	Motor	1 buah	4 kg	4 kg
3	Cekam	2 buah	1,5 kg	3 kg
4	Pulley 1	1 buah	3,5 kg	3,5 kg
5	Pulley 2	1 buah	3 kg	3 kg
6	Bearing	4 buah	0,6 kg	2,4 kg
7	Piringan	2 buah	2 kg	4 kg
8	Mur dan Baut M10	12 pcs	0,015	0,18 kg
9	Mur dan Baut M5	10 pcs	0,01	0,1 kg
10	Engsel pintu	2 buah	0,11	0,22 kg
Total				40,40 kg

Jadi $W_0 = 40,40 \text{ kg}$

Beban rencana

$$W = f_c \cdot W_0$$

$$= 1,2 \cdot 40,40 \text{ kg}$$

$$= 48,48 \text{ kg}$$

Beban pada masing-masing baut

$$\begin{aligned}W_{\text{baut}} &= \frac{W}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{48,48}{10} \\ &= 4,848 \text{ kg}\end{aligned}$$

Penentuan material baut

Material yang digunakan adalah material ST-37 dengan spesifikasi tegangan yang diijinkan (σ_B) = 58 kg / mm². Faktor keamanan (Sf) 8-10 \approx 10. Kadar karbon 0,17 % C.

Maka kekuatan tarik yang diijinkan

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \frac{\sigma_B}{Sf} \\ &= \frac{58 \text{ kg/mm}^2}{10} \\ &= 5,8 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Kekuatan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned}\tau_a &= 0,5 \times \sigma_a \\ \tau_a &= 0,5 \times 5,8 \text{ kg/mm}^2 \\ \tau_a &= 2,9 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Diameter dapat dihitung dengan

$$\begin{aligned}D &\geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \\ D &\geq \sqrt{\frac{4 \cdot 4,848}{3,14 \cdot 5,8 \cdot 0,64}} \\ D &\geq \sqrt{1,663} \\ D &\geq 1,289\end{aligned}$$

Dalam perencanaan ini didapat $D \approx 10$ mm. Sehingga ulir pada baut dan mur dipilih ulir metrik dengan ukuran standart M8 dan mempunyai standart dimensi sebagai berikut:

$$\text{Dimensi luar ulir dalam (D)} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi kaitan (h)} = 0,812 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak bagi (p)} = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter inti (d}_1\text{)} = 8,376 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter efektif ulir dalam (d}_2\text{)} = 9,026 \text{ mm}$$

Dari hasil data diatas dapat ditetapkan harga $k \approx 0,84$ dan $j \approx 0,75$
(Sularso, hal 297)

Menentukan jumlah ulir (z)

$$z \geq \frac{W}{\pi d_2 h q a}$$

$$z \geq \frac{48,48}{3,14 \cdot 9,026 \cdot 0,812 \cdot 3}$$

$$z \geq \frac{48,48}{69,0402}$$

$$z \geq 0,7021 \approx 1$$

Penentuan tinggi mur

$$H = z \cdot p$$

$$H = 1 \cdot 1,5$$

$$H = 1,5 \text{ mm}$$

Menurut standart

$$H = (0,8 - 1,0)d$$

$$H = 1,0 \cdot 10$$

$$H = 10 \text{ mm}$$

Jumlah ulir (z) tinggi mur yang akan diambil adalah 8 mm

$$z = \frac{H}{P}$$

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

$$z = 6,6$$

Tegangan geser akar ulir mur (τ_b)

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

$$\tau_b = \frac{48,48}{3,14 \cdot 8,376 \cdot 0,84 \cdot 1,5 \cdot 6,6}$$

$$\tau_b = \frac{48,48}{218,716}$$

$$\tau_b = 0,221 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan geser akar ulir mur (τ_n)

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

$$\tau_n = \frac{48,48}{3,14 \cdot 10,075 \cdot 1,5 \cdot 6,6}$$

$$\tau_n = \frac{48,48}{2.331,45}$$

$$\tau_n = 0,020 \text{ kg/mm}^2$$

Maka harga

$$\tau_n \leq \tau_a \approx 0,020 \text{ kg/mm}^2 \leq 2,9 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_b \leq \tau_a \approx 0,221 \text{ kg/mm}^2 \leq 2,9 \text{ kg/mm}^2$$

Harga τ_n dan τ_b memenuhi syarat yang ditentukan sehingga mur dan baut yang dipilih adalah M10x dengan bahan ST-37.

4. Perencanaan Pegas Tekan

Diketahui = $W = 3 \text{ Kg}$

$\delta = 5-10 \text{ mm}$

$D = 15 \text{ mm}$

Keterangan : $W =$ Beban maksimum (kg)

$\delta =$ Lendutan (mm)

$D =$ Diameter rata-rata (mm)

1. Indeks pegas : $c = \frac{D}{d}$

$c = \frac{15}{3}$

$c = 5 \text{ mm}$

$d = \frac{D}{c}$

$d = \frac{15}{5}$

$d = 3 \text{ mm}$

2. $K =$ Faktor tegangan

$K = 1,3 \longrightarrow$ Sularso hal 316 grafik 7.26

3. $\tau =$ Tegangan geser ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)

$\tau = K \frac{8.D.W}{\pi.d^3} \longrightarrow$ Sularso hal 315 (7.31)

$\tau = 1,3 \frac{8.15.3}{3,14.3^3}$

$\tau = \frac{468}{84,78}$

$\tau = 5,5 \text{ kg/mm}^2$

4. SW : $\tau_a = 40 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

$$G = 8000 \text{ (kg/mm}^2 \text{)} \longrightarrow \text{Modulus Geser}$$

$$\tau_d = \frac{40}{1,5}$$
$$= 26,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

5. $\tau : \tau_d$

$$5,5 : 26,6$$

$5,5 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \ll 26,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \longrightarrow$ Kembali ke nomer 1 karena hasilnya terlalu besar

1. Indeks pegas : $d = \frac{D}{c}$

$$d = \frac{15}{7,5}$$

$$d = 2 \text{ mm}$$

$$c = \frac{D}{d}$$

$$c = \frac{15}{2}$$

$$c = 7,5 \text{ mm}$$

2. $K = 1,2$

3. $\tau = K \frac{8.D.W}{\pi.d^3}$

$$\tau = 1,2 \frac{8.15.3}{3,14.2^3}$$

$$\tau = \frac{432}{25,12}$$

$$\tau = 17,19 \text{ kg}$$

5. $\tau : \tau_d$

$$17,19 : 26,6$$

$$17,19 \text{ (kg/mm}^2\text{)} < 26,6 \text{ (kg/mm}^2\text{) baik}$$

6. $\delta =$ Lendutan Total (mm)

$$\delta = \frac{8n.D^3.w_1}{d^4.G} \longrightarrow \text{Sularso hal 318}$$

$$5 = \frac{8n.15^3.3}{2^4.8000}$$

$$= \frac{8n.15^3.3}{5.2^4.8000}$$

$$= \frac{8n.10.125}{640.000}$$

$$8n = \frac{640.000}{10.125}$$

$$8n = 64$$

$$n = \frac{64}{8}$$

$$n = 8$$

7. $\delta = 5 \frac{8}{8}$

$$\delta = 5 \text{ mm}$$

$$\delta = (5 - 10), \text{ baik}$$

8. $K = \frac{w}{\delta}$

$$K = \frac{3}{5}$$

$$K = 0,6 \text{ (kg/mm)}$$

9. H_f = Tinggi bebas (mm)

$$H_f = 15 \text{ mm}$$

H_s = Tinggi awal terpasang (mm)

$$H_s = 12 \text{ mm}$$

10. W_o = Beban awal terpasang (kg)

$$W_o = (15-12) \times 0,6 = 1,8 \text{ kg}$$

$$\delta = 5 - 3 = 2 \text{ mm}$$

H_i = Tinggi maksimal lendutan (mm)

$$H_i = 12 - 2 = 10 \text{ mm}$$

11. Jumlah lilitan mati untuk masing-masing ujung diambil 1

12. H_c = Panjang padat pegas (mm)

$$H_c = (n+1,5) \cdot d$$

$$H_c = 2 \cdot (8+1,5)$$

$$H_c = 19 \text{ mm}$$

13. 10 (mm) < 19 (mm)

$$14. C_s = \frac{(19-12)}{8+1,5}$$

$$C_s = \frac{7}{9,5}$$

$$C_s = 0,7 \text{ mm}$$

$$C_l = \frac{(12-10)}{8+1,5}$$

$$C_l = \frac{2}{9,5}$$

$$C_l = 0,2 \text{ mm}$$

15. Tidak ada harga standart.

16. $\frac{H_f}{D}$

$$\frac{15}{15}$$

$0 \ll 5 \therefore$ Tidak akan terjadi tekukan

17. $d = 2 \text{ mm}$

SW \longrightarrow Bahan pegas yang di gunakan

$$n = 8$$

$$\delta = 2 \text{ mm}$$

$$H_c = 19 \text{ mm}$$

$$W_o = 1,8 \text{ kg}$$