



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGADUK ADONAN  
BRIKET  
(BAGIAN STATIS)**

**PROYEK AKHIR**

Oleh  
**Joni Anggianto**  
**NIM 141903101019**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGADUK ADONAN  
BRIKET  
(BAGIAN STATIS)**

**PROYEK AKHIR**

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

Oleh

**Joni Anggianto  
NIM 141903101019**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Fatonah dan Ayahanda Sugianto 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 menyelesaikan laporan Proyek Akhir;
2. Guru-guru sejak TK, SD dan SMP hingga SMK, dosen, dan seluruh civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
3. Dulur-dulur Teknik Mesin DIII dan S1 angkatan 2014 dan dulur-dulur UKM Kesenian Unej yang telah memberikan do'a, dukungan, kontribusi, ide dan kritikan
4. Kawan-kawan yang telah membantu khususnya yaitu Mirna (Desain Gambar Alat) dan kawan satu Proyek Akhir Raka trima kasih atas bantuan dan bimbingannya;
5. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

**MOTO**

Dan orang yang bersungguh-sungguh (berjihad) untuk mencari (keridhaan) kami, benar-benar akan kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan kami. Dan sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat  
(terjemahan Surat Al-Ankabut ayat 69)\*)

atau

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah keadaan diri mereka.  
(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)\*)

atau

***“Solidarity Forever”***

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Joni Anggianto

NIM : 141903101019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Mesin Pengaduk Adonan Briket” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Juli 2017

Yang menyatakan,

Joni Anggianto  
141903101019

**PROYEK AKHIR**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGADUK ADONAN  
BRIKET  
(BAGIAN STATIS)**

Oleh

Joni Anggianto  
NIM 141903101019

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T

**PENGESAHAN**

Proyek akhir berjudul "*Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Briket (Bagian Statis)*" telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 19 Juli 2017

Tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Santoso Mulyadi. S.T., M.T.  
NIP 197002281997021001

Dedi Dwilaksana, S.T., M.T.  
NIP. 19691201 199602 1 001

Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Hari Arbiantara. S.T., M.T  
NIP 196709241994121001

Moch. Edoward R. S.T., M.T  
NIP 19870430 201404 1 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

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

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Briket Sekam Arang (Bagian Statis)**  
; Joni Anggianto, 141903101019; 2017 ; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Jember.

Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Salah satu sumber energi utama yang banyak dikonsumsi oleh manusia adalah sumber daya alam yang berasal dari fosil. Sumber energi ini terbentuk berjuta-juta tahun yang lalu, sehingga lambat laun akan habis. Masalah pengurangan sumber energi ini mendorong manusia untuk melakukan penghematan dan mencari sumber energi pengganti. Oleh karena itu, perlu diupayakan sumber bahan baku alternatif yang dapat diperbarui serta bahan bakunya yang mudah untuk diperoleh. Salah satu contoh sumber energi tersebut seperti energi yang berasal dari biomassa yaitu briket. Salah satu biomassa yang dapat dijadikan briket adalah sekam padi, Sekam merupakan produk samping penggilingan gabah menjadi beras. Untuk mempermudah pembuatan briket sekam arang maka dibutuhkan suatu mesin pengaduk adonan briket yang dapat memudahkan operator dalam proses pembuatan briket sekam arang.

Cara kerja dari alat ini yaitu pertama motor dihidupkan, setelah dihidupkan putaran dan daya dari motor ditransmisikan oleh puli penggerak yang terdapat pada motor ke puli reducer. Selanjutnya reducer akan mereduksi putaran dari motor dengan perbandingan 1 : 40. Kemudian dari puli keluaran reducer inilah putaran dari motor diteruskan ke poros dengan sirip pengaduk yang ditumpu oleh dua buah bantalan. Pada poros terdapat sirip pengaduk yang berfungsi untuk mengaduk adonan arang sekam dan lem dengan perbandingan 6 : 1 hingga tercampur dengan rata. Total  $\frac{1}{4}$  volume drum dapat mengaduk hingga kapasitas 2 kg / menit.

Rangka Mesin Pengaduk Adonan Briket memiliki dimensi dengan lebar 330mm dan tinggi 720 mm. Bahan rangka besi hollow lembaran baja jenis ST37.

Pengelasan pada rangka menggunakan elektroda jenis AWS E 6013 diameter 2 mm. Elektroda jenis ini digunakan untuk semua pengelasan. Baut dan mur menggunakan jenis ulir metris kasar M14 serta ulir metris halus M10 dengan bahan baut dan mur adalah baja liat.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul ” Perancangan Dan Pembuatan Mesin Pengaduk Adonan Briket (Bagian Statis)”.Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga (DIII) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Hari Arbiantara B., S.T., M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
3. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dedy Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan proyek akhir ini sehingga dapat terlaksana dengan baik;
4. Hari Arbiantara, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji I dan Moch. Edoward R, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya;
5. Santoso Mulyadi, 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 Fatonah dan Ayahanda Sugianto yang telah memberikan segalanya kepada penulis;
8. Para sahabat Rico Tri Prasetyo (Ricoco), Iwan ( Sulung), Nur Azizah (Chece), M. Lutfi Nikol, M. Faisol, Rizqi Abdus Syatar, Adi Prakarsa Kurniawan, Dimas Lintang Aji (Cakil), Ade Kurniawan (Omes), M. Riski Budianto, Dodik

Darmawan, Alex Tresa Elsyamba (Younglex), Gilang Akbar Nandiansyah, Ahmad Syaihuddin Hasyim (Cigen), Alfian Istarsada (Sengkuni), Dyah Yulia Ari Rahman (Gondes), Hendrik Satria Budi (kuno), M. Ainul Fikri (inul), Ryand Eka Pratama (Mbah Regeae), Irvanta Septian (Cak Ir), Agung Cahyo Raharjo, M. Ghuvair Ubaidilah, Oly Budi Arjun, Mahendra Bagaskara, Jihan Zeinyuta Rosafira, Ahmad Rizal Fatoni (Didik), Bagus Nugroho (Dota), Dheo Ardi Nugraha Saputra (deodoran), Dwika Bagas Darmawan, Reza Eka Nurzain, M. Hilmi Aziz (Don Plong), Rezkha Wahyu Santoso (Lemot), Fachnur Zainul Mustawan, Atlanta Iwandana (Gendos), Radinal Raka, Shinta Arisanthi Dewi, Dendit Agus Dwi Rinata, Fajrul Falah (Koran), Zein (Tokai), Zhahra Hanif Sholeha (Sasi), Winagil Catur Arif Basmallah, Yufi Setyo Pambudi, M. Ali Maksum.

9. Teman-temanku seperjuangan DIII dan S1 Teknik Mesin 2014 yang selalu memberi dukungan dan saran kepada penulis;
10. Teman-teman UKM Kesenian Unej yang telah memberikan banyak semangat dan motifasi untuk terus berkembang.
11. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

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

Jember, Juli 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN SAMBUTAN</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	3
1.4.1 Tujuan Umum .....	3
1.4.2 Tujuan Khusus .....	3
<b>1.5 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Sekam Padi</b> .....	6
<b>2.2 Arang Sekam</b> .....	8
<b>2.3 Tahapan Pembuatan Briket</b> .....	9
2.3.1 Membuat Alat Pembakaran Sekam Arang .....	9
2.3.2 Proses Pembakaran Sekam Arang .....	9
<b>2.4 Lem Perekat</b> .....	11

<b>2.5 Proses Perancangan Rangka</b> .....	11
<b>2.6 Bahan Kolom dan Rangka</b> .....	16
<b>2.7 Pemilihan Bahan Kolom dan Rangka</b> .....	17
<b>2.8 Pengelasan ( <i>Welding</i> )</b> .....	18
2.8.1 Metode pengelasan .....	18
2.8.2 Kampuh las .....	18
2.8.3 Beberapa faktor bahan yang dapat dan mampu dilas .....	19
2.8.4 Perhitungan Kekuatan Las .....	19
<b>2.9 Perencanaan Baut dan Mur</b> .....	21
2.9.1 Perancangan Pehitungan Baut dan Mur .....	22
<b>2.10 Perencanaan Kerja Bangku</b> .....	25
<b>2.11 Perencanaan Pemesinan</b> .....	26
2.11.1 Pengeboran .....	26
2.11.2 Penggerindaan .....	27
<b>BAB 3. METODOLOGI</b> .....	28
<b>3.1 Alat dan Bahan</b> .....	28
3.1.1 Alat .....	28
3.1.2 Bahan .....	28
<b>3.2 Waktu dan Tempat</b> .....	29
3.2.1 Waktu .....	29
3.2.2 Tempat .....	30
<b>3.3 Metode Penelitian</b> .....	30
3.3.1 Studi Literatur .....	30
3.3.2 Studi Lapangan .....	30
3.3.3 Konsultasi .....	30
<b>3.4 Metode Pelaksanaan</b> .....	30
3.4.1 Pencarian Data .....	30
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 .....	33
3.4.8 Penyempurnaan Laporan.....	33
<b>3.5 Diagram Alur .....</b>	<b>34</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Analisa Hasil Perencanaan dan Perhitungan .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3 Hasil Perencanaan Dan Perhitungan .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4 Hasil Perancangan Las .....</b>	<b>37</b>
<b>4.5 Hasil Perancangan Baut dan Mur .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6 Hasil Manufaktur .....</b>	<b>39</b>
4.6.1 Pemotongan.....	39
4.6.3 Pengelasan.....	40
4.6.4 Perakitan.....	41
<b>4.7 Hasil Pengujian Mesin Pengaduk Adonan Briket.....</b>	<b>41</b>
<b>4.8 Hasil Pengujian Rangka .....</b>	<b>42</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>44</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>A. LAMPIRAN PERHITUNGAN.....</b>	<b>46</b>
<b>B. LAMPIRAN TABEL.....</b>	<b>80</b>
<b>C. LAMPIRAN GAMBAR.....</b>	<b>92</b>
<b>S.O.P .....</b>	<b>101</b>
<b>PERAWATAN.....</b>	<b>103</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Sekam Padi.....	6
Gambar 2.2 Proses Pembakaran Arang Sekam.....	10
Gambar 2.3 Hasil Pembakaran Sekam Arang.....	10
Gambar 2.4 Analisa gaya beban terpusat.....	12
Gambar 2.5 Potongan I bidang geser.....	13
Gambar 2.6 Potongan II geser.....	13
Gambar 2.7 Potongan III bidang geser.....	13
Gambar 2.8 Potongan I bidang momen.....	14
Gambar 2.9 Potongan II bidang momen.....	14
Gambar 2.10 Potongan III bidang momen.....	15
Gambar 2.11 Diagram bidang geser dan bidang momen.....	15
Gambar 2.10 Profil Ulir Pengikat (Sumber: Sularso dan Suga, 1997) .....	21
Gambar 2.11 Ulir kanan dan ulir kiri (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)	21
Gambar 2.12 Jenis-jenis baut pengikat (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)	22

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Macam-macam bahan kolom dan rangka .....	15
Tabel 2.2 Kekuatan Bahan .....	17
Tabel 3.1 Jadwal Perencanaan Pembuatan Alat .....	29
Tabel 4.1 Total Waktu Pengeboran.....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tekstur Adonan .....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Warna Adonan.....	41
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangka Ada Beban Tanpa Adonan .....	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangka Ada Beban Adonan .....	43

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Salah satu sumber energi utama yang banyak dikonsumsi oleh manusia adalah sumber daya alam yang berasal dari fosil. Sumber energi ini terbentuk berjuta-juta tahun yang lalu, sehingga lambat laun akan habis. Masalah pengurangan sumber energi ini mendorong manusia untuk melakukan penghematan dan mencari sumber energi pengganti. Oleh karena itu, perlu diupayakan sumber bahan baku alternatif yang dapat diperbarui serta bahan bakunya yang mudah untuk diperoleh. Salah satu contoh sumber energi tersebut seperti energi yang berasal dari biomassa yaitu briket.

Salah satu biomassa yang dapat dijadikan briket adalah sekam padi, Sekam merupakan salah satu produk hasil limbah penggilingan gabah menjadi beras. Penggilingan 1 ton gabah menghasilkan sekam sebanyak 60-80 kg. Bergantung pada varietas beras dan derajat penggilingannya, sekam padi mengandung 16-32%-b minyak. Sekitar 60-70% minyak sekam padi tidak dapat digunakan sebagai bahan makanan (*non-edible oil*) dikarenakan kestabilan dan perbedaan cara penyimpanan sekam padi.

Jumlah sekampadi ini sangat melimpah dan sampai sekarang hanya sejumlah kecil saja yang dimanfaatkan untuk pembakaran dan pembuatan batu bata. Aktivitas lain pemanfaatan sekam padi adalah untuk membuat arang sekam untuk media tanaman. Bagaimanapun juga aktivitas untuk memproses sekam padi menjadi bahan bakar alternatif melalui proses pirolisis lambat masih sangat terbatas dilakukan di Indonesia.

Nilai energi sekam memang lebih rendah dibanding briket batu bara yang mengandung energi 5.500 kkal/kg, minyak tanah 8.900 kkal/l, dan elpiji 11.900 kkal/kg, sedangkan panas pembakaran sekam hanya sekitar 3.300 kkal.

Oleh karena itu perlunya dilakukan pemanfaatan sekam padi yang banyak di jumpai atau di dapat pada tempat – tempat penggilingan yang menumpuk ialah untuk dijadikan bahan bakar briket yaitu salah satunya dengan di buatnya suatu alat yang dapat mempermudah pembuatan briket arang dari sekam padi yaitu alat pengaduk adonan briket yang berguna untuk mengaduk adonan briket yang akan di campurkan menjadi satu dan agar adonan briket tersebut dapat tercampur dengan merata maka timbul ide untuk merancang mesin pengaduk adonan briket tersebut.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berangkat dari latar belakang masalah yang ada, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membangun mesin pengaduk adonan briket dengan kapasitas dan daya yang direncanakan.

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan mengenai perencanaan dan pembuatan mesin pengaduk adonan briket ini dapat terarah dengan baik, maka dapat diambil batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Perencanaan mur dan baut
2. Perencanaan kekuatan pengelasan
3. Perencanaan pemilihan bahan untuk rangka
4. Proses kerja bangku dan pelat.

## **1.4 Tujuan**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Tujuan secara umum dari rancang bangun mesin pengaduk adonan briket adalah:

1. Untuk memperoleh wawasan dan pengalaman dalam merancang – bangun sebuah mesin yang sedang dibutuhkan dan memiliki nilai lebih sehingga dapat meningkatkan ketrampilan dan daya kreatifitas mahasiswa.
2. Untuk mengaplikasikan atau menerapkan disiplin ilmu yang telah diperoleh selama masa perkuliahan terutama mata kuliah elemen mesin, pengetahuan bahan teknik, teknologi bahan, mekanika kekuatan bahan, dinamika permesinan dan gambar teknik.

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

Tujuan secara khusus dari rancang bangun mesin pengaduk adonan briket ini adalah :

1. Merancang mesin pengaduk adonan briket (bagian statis).
2. Membuat mesin pengaduk adonan briket (bagian statis).

## **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari rancang bangun dari mesin pengaduk adonan briket ini yaitu dapat menambah nilai guna dari sekam padi dan juga memudahkan mahasiswa dan masyarakat dalam pengelolaan dan proses pembuatan briket arang dari sekam padi yang murah dan ramah lingkungan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan laporan proyek akhir ini dibagi menjadi lima bab dan beberapa lampiran, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penulisan dan pengerjaannya. Pembagian ini dapat dirincikan sebagai berikut :

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang pembuatan mesin, perumusan masalah pembuatan mesin, batasan masalah yang bertujuan untuk mencegah pembahasan yang terlalu luas sehingga keluar dari masalah yang di bahas, tujuan dan manfaat dari mesin pengaduk adonan briket sekam arang.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi pembahasan tentang sekam arang, perencanaan daya, merencanakan kapasitas, perencanaan rangka dan pengelasan, perencanaan mur dan baut.

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

Menerangkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan alat pengaduk adonan briket, waktu dan tempat pembuatannya, prinsip kerja alat, metode – metode yang dilaksanakan dan kemudian digambarkan dalam diagram flow cart.

## **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan diuraikan hasil perhitungan bagian statis alat Pengaduk adonan briket.

## **BAB 5. PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang dapat ditarik setelah melakukan pengujian serta beberapa saran yang dapat diberikan untuk kelancaran dan penyempurnaan alat dimasa akan datang.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi tentang literatur yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini.

**LAMPIRAN**

Berisi mengenai beberapa penjelasan yang dapat dilampirkan pada bab.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sekam Padi

Sekam adalah bagian dari bulir padi-padian (serealia) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, yang melindungi bagian dalam (endospermium dan embrio). Sekam dapat dijumpai pada hampir semua anggota rumput-rumputan (Poaceae), meskipun pada beberapa jenis budidaya ditemukan pula variasi bulir tanpa sekam (misalnya jagung dan gandum).

Dalam pertanian, sekam dapat dipakai sebagai campuran pakan ternak, alas kandang, dicampur di tanah sebagai pupuk, dibakar, atau arangnya dijadikan media tanam.

Dalam proses penggilingan padi menjadi beras giling, diperoleh hasil berupa:

- a. sekam (15-20%), yaitu bagian pembungkus/kulit luar biji,
- b. dedak/bekatul (8-12%) yang merupakan kulit ari,
- c. menir ( $\pm 5\%$ ) merupakan bagian beras yang hancur. Apa bila produksi gabah kering giling nasional 49,8 juta ton/tahun (pada tahun 1996), maka akan diperoleh sekam 7,5-10 juta ton, dedak/bekatul 4-6 juta ton, dan menir 2,5 juta ton.



Gambar 2.1 Sekam Padi

Limbah sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunung sekam yang semakin lama semakin tinggi. Saat ini pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan.

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar.

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. Penggunaan energi sekam bertujuan untuk menekan biaya pengeluaran untuk bahan bakar bagi rumah tangga petani. Penggunaan Bahan Bakar Minyak yang harganya terus meningkat akan berpengaruh terhadap biaya rumah tangga yang harus dikeluarkan setiap harinya.

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut jika dimanfaatkan dengan baik maka nilai dari sekam padi akan meningkat sebagai sumber energi terbarukan.

Ditinjau data komposisi kimiawi, sekam mengandung beberapa unsur kimia penting seperti dapat dilihat di bawah.

Komposisi kimia sekam padi menurut Suharno (1979) :

- Kadar air : 9,02%
- Protein kasar : 3,03%
- Lemak : 1,18%
- Serat kasar : 35,68%
- Karbohidrat dasar : 33,71

- Abu : 17,17%

Komposisi kimia sekam padi menurut DTC – IPB :

- Karbon (zat arang) : 1,33%
- Hidrogen : 1,54%
- Oksigen : 33,64%
- Silika : 16,98%

Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk densil) 125 kg/m<sup>3</sup>, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 k. kalori. Menurut Houston (1972) sekam memiliki bulk density 0,100 g/ml, nilai kalori antara 3300-3600 k. kalori/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU.

Untuk lebih memudahkan diversifikasi penggunaan sekam, maka sekam perlu dipadatkan menjadi bentuk yang lebih sederhana, praktis dan tidak voluminous. Bentuk tersebut adalah arang sekam. Arang sekam dapat dengan mudah untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang tidak berasap dengan nilai kalori yang cukup tinggi. Briket arang sekam mempunyai manfaat yang lebih luas lagi yaitu di samping sebagai bahan bakar ramah lingkungan, sebagai media tumbuh tanaman hortikultura khususnya tanaman bunga.

## 2.2 Arang Sekam

Arang sekam memiliki banyak manfaat, baik di dunia pertanian maupun untuk kebutuhan industri, para petani memanfaatkan arang sekam sebagai penggembur tanah, bahan pembuatan kompos, pupuk bokashi, media tanam dan media persemaian. Arang sekam dibuat dari pembakaran tak sempurna atau pembakaran parsial sekam padi. Bahan baku arang sekam bisa didapatkan dengan mudah di tempat-tempat penggilingan beras. bahkan di beberapa tempat, sekam padi dianggap sebagai limbah. Sebanyak 20-30% dari proses penggilingan padi akan dibuang dalam bentuk sekam padi.

Ada berbagai cara membuat arang sekam padi. Berikut ini akan diuraikan cara sederhana dan efektif untuk membuat arang sekam sendiri. Terdapat dua tahapan, yaitu tahap penyiapan alat pembakaran dan tahap proses pembakaran sekam padi.

## **2.3 Tahapan Pembuatan Briket**

### **2.3.1 Membuat Alat Pembakaran Arang Sekam**

Untuk membuat alat pembakaran ini tahapan pembuatannya dari bahan plat seng / kawat yang dibulatkan membentuk silinder menyerupai cerobong asap sepanjang 1 meter dengan diameter 15 cm, dan pipa pembakaran ini harus tahan panas.

Kemudian lubangi ke semua bagian sisi dari pipa tersebut yang berfungsi sebagai ventilasi udara supaya api didalam pipa tersebut tidak padam dan berfungsi sebagai lubang untuk lidah api supaya api dari dalam pipa tersebut bisa membakar tumpukan sekam dari bagian dalam tepat di tengah- tengah gundukan / tumpukan sekam padi tadi. Pipa ini akan berfungsi sebagai cerobong asap sekaligus ruang pembakaran.

### **2.3.2 Proses Pembakaran Arang Sekam**

Pilih lokasi pembakaran yang jauh dari perumahan atau jalan, karena proses pembakaran sekam padi akan menimbulkan asap yang tebal yang akan mengganggu kegiatan orang banyak maka di sarankan untuk mencari tempat yang jauh dari aktivitas warga agar asap yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak mengganggu aktivitas orang lain, dan proses pembakaran pun dapat berjalan dengan lancar tanpa mengorbankan atau mengganggu aktivitas orang banyak.

Sebaiknya alas tempat pembakaran terbuat dari lantai keras yang tahan panas, atau alasi bagian bawah dengan plat seng sebelum melakukan pembakaran. Hal ini untuk memudahkan pengambilan arang sekam, karna apa bila di taroh di alas tanah maka hasil pembakaran akan tidak merata dengan sempurna dikareka adanya kandungan air dari tanah tersebut yang akan mengganggu meratanya proses pembakaran tersebut, maka di sarankan untuk menggunakan alas seng atau lantai cor yang padat dan kuat.

Buat gundukan / tumpukan sekam mengelilingi pipa pembakaran tadi dimana pipa tersebut tepat berdiri tegak dan berada di tengah - tengah gundukan sekam seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2 Proses Pembakaran Arang Sekam

Masukkan koran bekas atau kardus bekas kedalam pipa pembakaran tadi, beri sedikit oli bekas untuk memudahkan proses pembakaran kemudian nyalakan api. Setelah 20-30 menit atau saat puncak timbunan sekam padi terlihat menghitam, naikkan sekam yang masih berwarna coklat di bawah ke arah puncak.



Gambar 2.3 Hasil Pembakaran Sekam Arang

Lakukan terus sampai semua sekam padi menghitam sempurna. Setelah semua sekam berubah menjadi hitam, siram dengan air hingga merata. Penyiraman dilakukan untuk menghentikan proses pembakaran. Apabila proses pembakaran tidak dihentikan maka arang sekam akan berubah menjadi abu. Setelah disiram dan suhunya menurun,

bongkar gunung arang sekam dan keringkan. Kemudian masukkan ke dalam karung dan simpan di tempat kering

#### 2.4 Lem Perekat

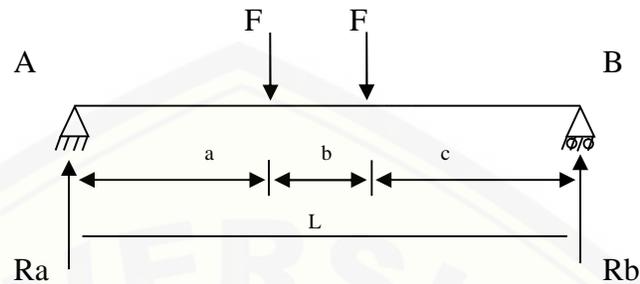
Lem perekat yang dimaksud disini ialah bahan yang digunakan sebagai perekat adonan dari arang sekam untuk dibentuk menjadi briket. Agar butiran arang yang telah dihaluskan ini dapat menyatu dengan baik, diperlukan bahan perekat. Bahan yang umum dan mudah digunakan untuk merekatkan butiran briket ini adalah lem dari kanji. Lem kanji dapat dibuat sendiri dengan mencampurkan atau memanaskan satu bagian tepung kanji / tepung tapioka dengan tujuh hingga sepuluh bagian air. Kemudian adonan tepung tapioka dicampur dengan air dan dicampur air panas sambil di aduk hingga membentuk seperti bubur. Sebelum dicampur dengan air panas, kanji dilarutkan dulu dengan sedikit saja air dingin hingga larut merata. Setelah itu baru dituang dengan air panas sambil diaduk-aduk hingga bahan mengental seperti bubur yang kental. Lem perekat dari kanji siap digunakan. Tuangkan cairan lem ini ke dalam bubuk briket arang kemudian diaduk hingga rata. Adonan tidak perlu terlalu lembek karena akan sukar saat dilakukan pencetakan.

#### 2.5 Proses Perancangan Rangka

Rangka di rancang untuk mendukung beban dalam bentuk tertentu dan yang paling terpenting dalam perencanaan rangka hamper semua kasus hanya mengalami deformasi sedikit jika mengalami pembebanan struktur teknik atau unsure structural mengalami gaya eksternal lain atau reaksi pada titik pendukung strukturnya (Tood,1984)

Semua gaya yang bekerja pada benda di anggap bekerja pada titik tersebut dan jika gaya-gaya ini tidak seimbang maka benda mengalami grak 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)

a. Perencanaan batang konstruksi penyangga poros pada rangka



Gambar 2.4 Analisa gaya beban terpusat

Syarat keseimbangan

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

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

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

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

Gaya reaksi pada tumpuan R

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

Selanjutnya melakukan perancangan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

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

$$M_x = 0$$

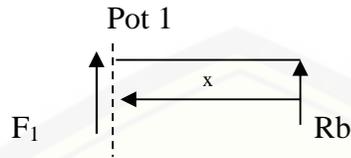
$$- R_b \cdot a - (b+c) + F \cdot (a+b+c) = 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$M_y = 0$$

$$R_a \cdot a + (b+c) - F \cdot (a+b+c) = 0 \dots\dots\dots(2.2)$$

- c. Menentukan bidang gaya lintang

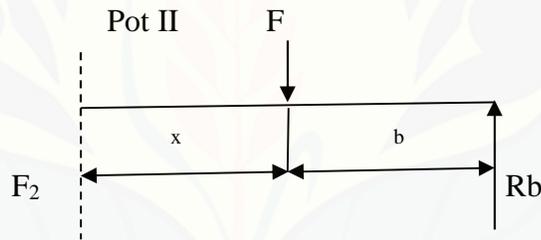
Potongan I dengan  $0 = x \quad b$



Gambar 2.5 Potongan I bidang geser

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 0 \\
 F_1 + R_b &= 0 \\
 F_1 &= -R_b \dots \dots \dots (2.3)
 \end{aligned}$$

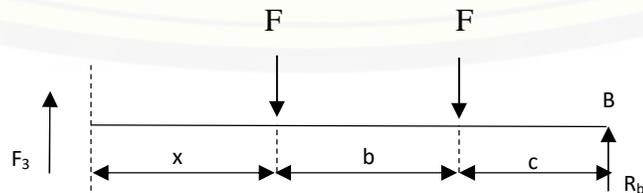
Potongan II dengan  $0 = x \ a$



Gambar 2.6 Potongan II bidang geser

$$\begin{aligned}
 F_2 &= 0 \\
 F_2 - R_b \cdot x &= 0 \\
 F_2 &= R_b \dots \dots \dots (2.4)
 \end{aligned}$$

Potongan III dengan  $0 = x \ c$



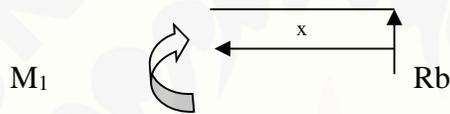
Gambar 2.7 Potongan III bidang geser

$$\begin{aligned}
 F_3 &= 0 \\
 F_3 - R_b x &= 0 \\
 F_3 &= R_b \dots\dots\dots(2.4)
 \end{aligned}$$

d. Menentukan bidang momen

Potongan I dengan  $0 = x \quad b$

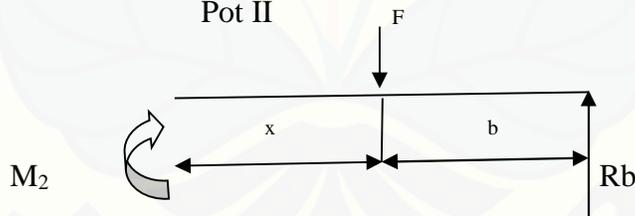
Pot 1



Gambar 2.8 Potongan I bidang momen

$$\begin{aligned}
 M &= 0 \\
 M_1 &= R_b x
 \end{aligned}$$

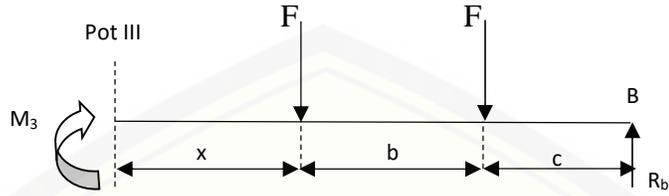
Pot II



Gambar 2.9 Potongan II bidang momen

$$\begin{aligned}
 M &= 0 \\
 M_2 &= 0 \\
 M_2 &= R_b \cdot (b + x) - F \cdot x \dots\dots\dots(2.5)
 \end{aligned}$$

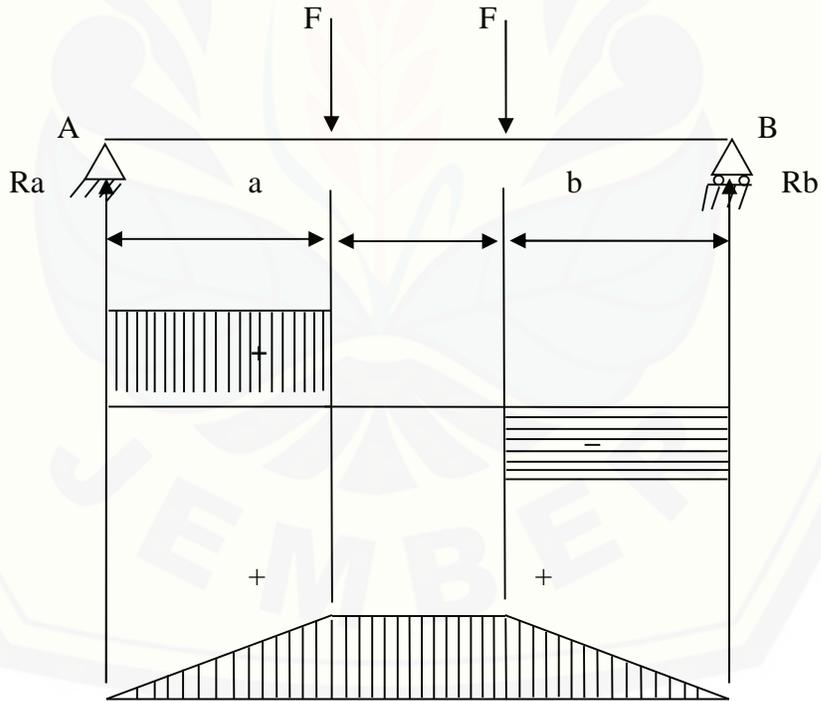
Potongan III dengan  $0 < x < a$



Gambar 2.10 Potongan III bidang momen

$$M = 0$$

$$M_3 = R_b \cdot (b+c+x) - F_2 \cdot (b+x) - F_1 \cdot x \dots\dots\dots(2.8)$$



Gambar 2.11 Diagram bidang geser dan bidang momen

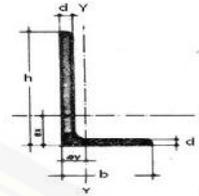
## 2.6 Bahan Kolom dan Rangka

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

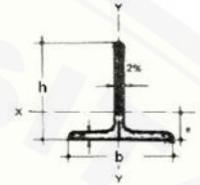
Tabel 2.1 Macam-macam bahan kolom dan rangka

No.	Nama	Gambar
1.	Balok profil dengan flent sempit	
2.	Balok profil dengan flent lebar	
3.	Besi hollow	
4.	Baja profil sama kaki dan tidak sama kaki	

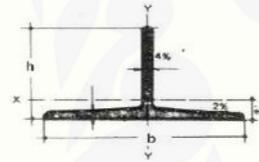
5. Baja profil siku tidak sama kaki



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 2.2 Kekuatan Bahan

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

Sumber :Harris, 1982

## 2.7 Pemilihan Bahan Kolom dan Rangka

Rangka menggunakan bahan baja hollow. Langkah-langkah perancangan rangka alat pengaduk adonan briket adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan kekuatan izin yang diizinkan;

$$\sigma_{izin} = \sigma_u / n \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan:

$\sigma_u$  = Tegangan batas bahan yang dipilih (Mpa)

$n$  = Faktor keamanan

## 2.8 Pengelasan ( *Welding* )

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

### 2.8.1 Metode pengelasan

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

- a. Pengelasan tekan yaitu cara pengelasan yang sambungannya dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
- b. 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.
- c. Pematrian yaitu cara pengelasan yang sambungannya diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk turut mencair.

### 2.8.2 Kampuh las

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

- a. Pelat dengan ketebalan  $\leq 2,5$  mm dapat diletakkan menjadi satu terhadap yang lain dan disambung dengan satu sisi.
- b. 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 pembakar potong (proses persiapan tepi).

c. Tidak semua bahan yang mampu untuk dilas dan dapat dihandalkan serta dapat dibuat dengan tujuan yang dikehendaki, baik dari segi kekuatan maupun ketangguhan.

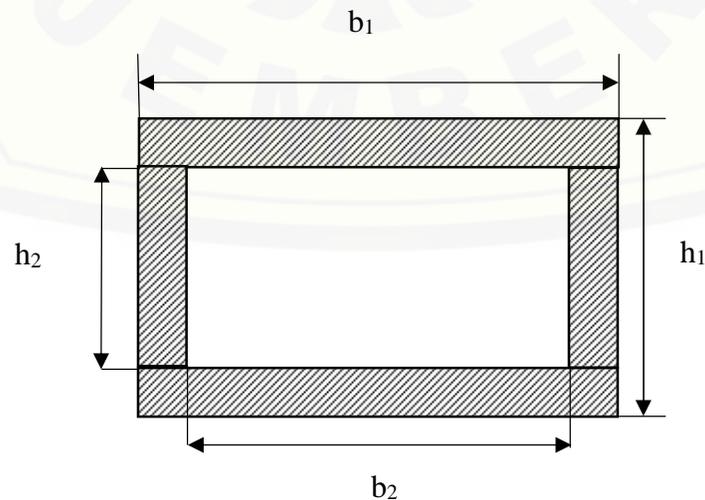
### 2.8.3 Beberapa faktor bahan yang dapat dan mampu dilas:

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.

### 2.8.4 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).

1. Bentuk penampang lasan persegi panjang



a. Menentukan gaya yang terjadi pada lasan

$$F = W \cdot g \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan:

$F$  = Gaya (N)

$W$  = Beban (kg)

$g$  = Gaya gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

b. Momen lentur

$$M_b = F \cdot y \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan :

$M_b$  = Momen lentur (N.mm)

$F$  = Gaya (N)

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

c. Menentukan tegangan normal dalam kampuh

$$\sigma' = \frac{M_b}{I_{tot}} \cdot y \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan :

$\sigma'$  = Tegangan normal (N/mm<sup>2</sup>)

$M_b$  = Momen lentur (N.mm)

$I_{tot}$  = Momen inersia (mm<sup>4</sup>)

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

d. Menentukan tegangan geser dalam kampuh

$$\tau' = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan :

$\tau'$  = Tegangan geser dalam kampuh (N/mm<sup>2</sup>)

$F$  = Gaya (F)

$A$  = Luas penampang kampuh (mm<sup>2</sup>)

e. Pengujian persyaratan kekuatan las

$$\sigma v' < \sigma' \dots \dots \dots (2.12)$$

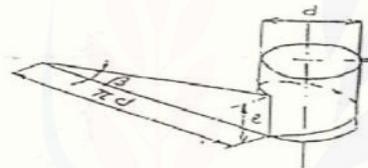
Dengan :

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

$\sigma'$  = Tegangan normal ( $\text{N/mm}^2$ )

## 2.9 Perencanaan Baut dan Mur

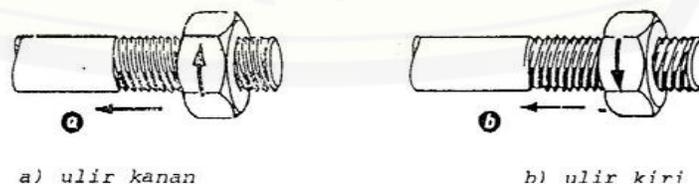
Bentuk ulir dapat terjadi bila sebuah lembaran berbentuk segi tiga digulung pada sebuah silinder, seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.14 dalam pemakaian. Ulir selalu bekerja dalam pasangan ulir luar dan ulir dalam, seperti dalam gambar 2.15 ulir pengikat umumnya mempunyai profil segitiga sama kaki.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



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

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

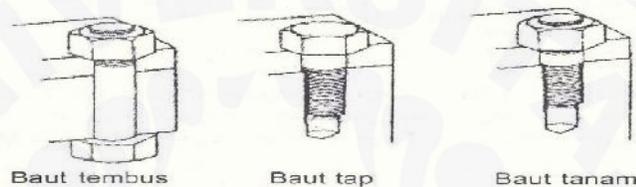
Ulir juga dapat berupa ulir kanan dan ulir kiri, ulir kanan bergerak maju bila diputar searah jarum jam dan ulir bergerak maju bila diputar berlawanan arah jarum jam. Pada umumnya ulir kanan lebih banyak dipakai.



Gambar 2.12 Ulir kanan dan ulir kiri (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

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

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



Gambar 2.13 Jenis-jenis baut pengikat (Sumber: Sularso dan Suga, 1997)

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

### 2.9.1 Perancangan Pehitungan Baut dan Mur

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

$$W_{max} = W_0 \cdot f_c \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan :

$W_0$  = Beban (N)

$f_c$  = Faktor koreksi

b. Menentukan jenis bahan baut dan mur

Tegangan tarik yang diizinkan ( $\sigma_a$ ) :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f} \dots \dots \dots (2.14)$$

Tegangan geser yang diizinkan ( $\tau_a$ ) :

$$\tau_a = 0,5 \cdot \sigma_a \dots \dots \dots (2.15)$$

Dengan :

$\sigma_a$  = Beban (N)

$S_f$  = Faktor koreksi

$\sigma_b$  = Kekuatan tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  = Tegangan geser yang diizinkan (N/mm<sup>2</sup>)

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

$$d \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \text{ atau } \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan :

$d$  = Diameter yang diperlukan (mm)

$W$  = Beban rencana (N)

$\sigma_a$  = Kekuatan tarik bahan yang diizinkan (N/mm<sup>2</sup>)

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

- 1)  $D$  = Diamater luar ulir dalam (mm)
- 2)  $p$  = Jarak bagi (mm)
- 3)  $d_1$  = Diameter inti (mm)
- 4)  $d_2$  = Diameter efektif ulir dalam (mm)
- 5)  $H_1$  = Tinggi kaitan (mm)

- b. Menentukan jumlah dan tinggi ulir yang diperlukan

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

$Z$  = Jumlah ulir yang diperlukan

$d_2$  = Diameter efektif ulir dalam (mm)

$H_1$  = Tinggi kaitan (mm)

$q_a$  = Tekanan permukaan yang diizinkan ( $N/mm^2$ )

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

$$H \geq (0,8 - 1,0) \cdot d \dots\dots\dots(2.18)$$

- d. Jumlah ulir yang dipakai adalah

$$Z' = \frac{H}{p} \dots\dots\dots(2.19)$$

- e. Tegangan geser akar ulir baut adalah

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot Z} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan :

$\tau_b$  = Tegangan geser akan ulir baut ( $N/mm^2$ )

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

- f. Tegangan geser akar ulir mur adalah

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot Z} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan :

$\tau_n$  = Tegangan geser akan ulir dalam ( $N/mm^2$ )

$D$  = Diameter ulir dalam

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

- g. . Persyaratan kelayakan dari baut dan mur yang direncanakan

$$\tau_b \leq q_a \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\tau_n \leq q_a \dots\dots\dots(2.23)$$

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

### 2.10 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 :

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 penitik. Ujung/kepala harus dijaga kelancipannya dengan sudut tertentu, biasanya sudut puncaknya dibuat  $60^\circ$ .
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.

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

## 2.11 Perencanaan Pemesinan

### 2.11.1 Pengeboran

Mesin bor termasuk mesin perkakas dengan gerak utama berputar, fungsi pokok mesin ini adalah untuk membuat lubang yang silindris pada benda kerja dengan mempergunakan mata bor sebagai alatnya (Syamsir, 1986).

Perhitungan pada proses pengeboran yaitu:

a. Menentukan kecepatan potong (mm/menit)

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot d} \dots \dots \dots (2.24)$$

$V_c$  = Kecepatan potong (m/menit)

$D$  = Diameter mata bor (mm)

$n$  = Putaran bor (rpm)

b. Kecepatan pemakanan (mm/menit)

$$V_f = s \cdot n \dots \dots \dots (2.25)$$

$V_f$  = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

$s$  = Gerak pemakanan (mm/rpm)

$n$  = Putaran bor (rpm)

c. Jarak bebas bor (mm)

$$A = 2 \cdot (0,3) \cdot D \dots \dots \dots (2.26)$$

$A$  = Jarak bebas bor (mm)

d. Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

$$L = t + l_1 + A \dots \dots \dots (2.27)$$

$L$  = Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

$t$  = Tebal benda kerja yang akan dibor (mm)

$l_1$  = Jarak lebih pengeboran (mm)

$A$  = Jarak bebas bor (mm)

e. Waktu pengeboran (menit)

$$Tm = \frac{L}{Vf} + \text{Setting pahat} \dots \dots \dots (2.28)$$

$Tm$  = Waktu proses pengeboran (menit)

$L$  = Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

$Vf$  = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

### 2.11.2 Penggerindaan

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

### BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

##### 3.1.1 Alat

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

##### 3.1.2 Bahan

1. Pelat
2. Arbor
3. Poros
4. Cat besi
5. Motor listrik
6. Kabel penghubung motor ke poros
7. Elektroda
8. Bearing
9. Mur dan baut

### 3.2 Waktu dan Tempat

#### 3.2.1 Waktu

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

Tabel 3.1 Jadwal Perencanaan Pembuatan Alat

No	Nama kegiatan	april				mei				juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan proposal	■	■														
2	Pembuatan studi pustaka			■	■												
3	Seminar proposal					■											
4	Proses pengerjaan alat						■	■	■	■							
5	Pengujian alat										■	■					
6	Alat selesai												■	■			
7	Seminar hasil													■	■		
8	Sidang proyek akhir													■	■	■	■

### **3.2.2 Tempat**

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin Pengaduk Adonan Briket adalah laboratorium kerja logam, laboratorium permesinan 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, mur dan baut, serta literatur lain yang mendukung.

### **3.3.2 Studi Lapangan**

Perancangan dan pembuatan mesin Pengaduk Adonan Briket dikerjakan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada mesin lainnya untuk melihat mekanisme dan prinsip kerjanya sebagai dasar dalam perancangan dan pembuatan mesin Pengaduk Adonan Briket.

### **3.3.3 Konsultasi**

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk-petunjuk tentang perancangan dan pembuatan mesin Pengaduk Adonan Briket.

## **3.4 Metode Pelaksanaan**

### **3.4.1 Pencarian Data**

Dalam merencanakan mesin Pengaduk Adonan Briket 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 Pengaduk Adonan Briket terhadap gaya tekan antara lain:

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

### 3.4.3 Perencanaan dan Perancangan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan mesin Pengaduk Adonan Briket. Dari studi literatur, studi lapangan dan konsultasi tersebut dapat dirancang rangka dan pemesinan. Dalam proyek ini proses yang akan dirancang adalah:

- a. Perancangan konstruksi rangka pada mesin Pengaduk Adonan Briket;
- b. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan;
- c. Proses perakitan dan finishing.

### 3.4.4 Proses Manufaktur

Proses ini merupakan proses pembuatan alat Pengaduk Adonan Briket yang meliputi proses pemesinan untuk membentuk suatu alat sesuai dengan desain yang diinginkan. Adapun macam-macam proses pemesinan 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 Pengaduk Adonan Briket yang meliputi perakitan konstruksi rangka sesuai dengan desain yang diinginkan. Berikut langkah-langkah perakitan rangka:

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

### 3.4.6 Pengujian Rangka dan Alat

Dilakukan untuk mengetahui apakah mesin Pengaduk Adonan Briket dapat bekerja dengan baik. Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut:

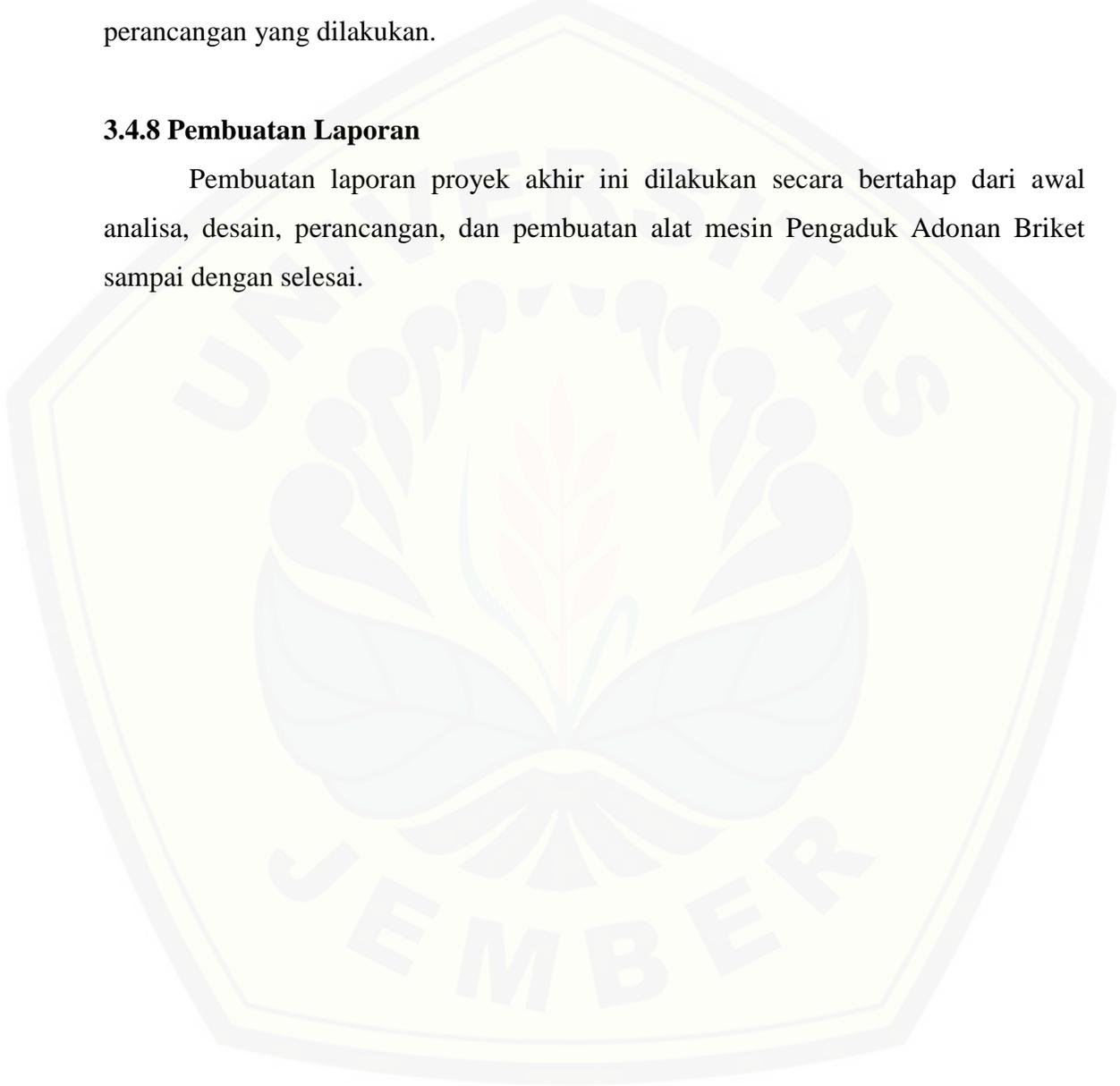
- a. Melihat apakah rangka kokoh dan kuat (tidak terdefleksi, tidak patah, tidak bergetar secara berlebihan);
- b. Melihat apakah sambungan mur dan baut berfungsi (tidak lepas, tidak mengendor, dan tidak putus);
- c. Melihat apakah sambungan las berfungsi (tidak retak dan tidak patah).

#### **3.4.7 Penyempurnaan Alat**

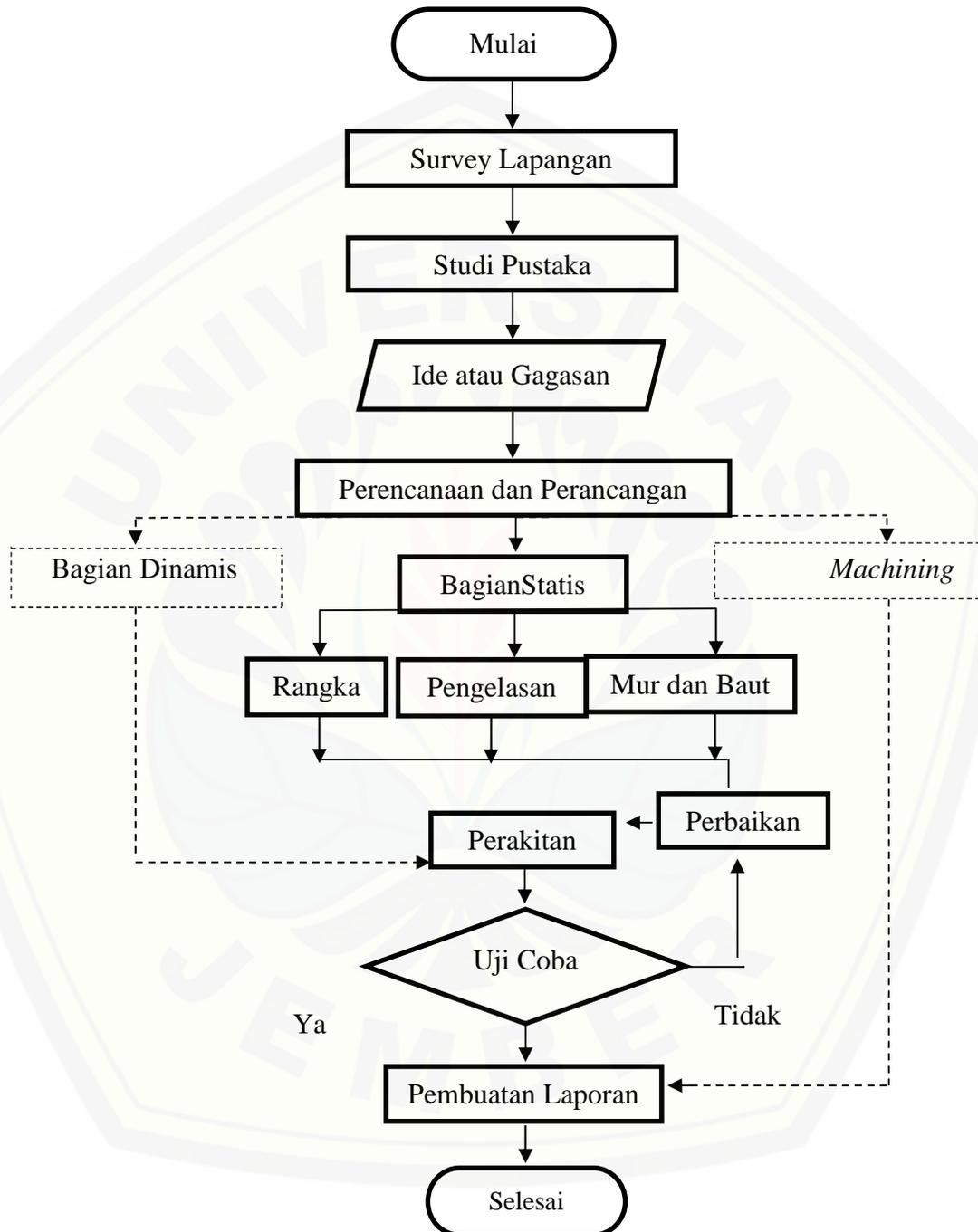
Penyempurnaan alat dilakukan apabila tahap pengujian terdapat masalah atau kekurangan, sehingga dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perancangan yang dilakukan.

#### **3.4.8 Pembuatan Laporan**

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap dari awal analisa, desain, perancangan, dan pembuatan alat mesin Pengaduk Adonan Briket sampai dengan selesai.



## 3.5 Flow Chart



Gambar 3.1 Flow Chart Perencanaan dan Perancangan Mesin pendukung Adonan Briket

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rangka mesin pengaduk adonan briket ini memiliki dimensi dengan panjang 7720mm, lebar 330 mm dan tinggi 790 mm.
2. Bahan rangka menggunakan bahan baja ST-37 profil hollow. Pengelasan pada rangka menggunakan elektroda jenis AWS E 6013 diameter 2 mm. Elektroda jenis ini digunakan untuk semua pengelasan.
3. Baut dan mur menggunakan M10, M14

### 5.2 Saran

Dalam pelaksanaan perancangan dan desain ulang mesin pengaduk adonan briket ini masih terdapat hal – hal yang perlu disempurnakan, antara lain:

1. Sekam harus diubah menjadi sekam arang terlebih dahulu dan dipilah dari kotoran - kotoran lain, agar proses pencampuran dengan lem akan lebih efektif dan efisien.
2. Gunakan motor yang memiliki daya cukup tinggi dikarenakan menggunakan transmisi 3 tingkat.
3. Bersihkan mesin pengaduk adonan briket sesudah digunakan agar terhindar dari proses korosi.
4. Untuk meningkatkan kapasitas produksi alat dapat dilakukan dengan memperbesar skala perancangannya dan mengganti motor penggerakannya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- AAK. (1990). *Budidaya Tanaman Padi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Andhi Laksono Putro dan Didik Prasetyoko. (2007). Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika pada Sintesis Zeolit ZSM-5 Tanpa Menggunakan Templat Organik: *Jurnal Akta Kimindo*.3, 1. 33-36.
- Djoekardi dan Djuhana. (1996). *Mesin-Mesin Listrik Motor Induksi*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti.
- Dardjo Sumaatmadja. (1985). *Sekam Gabah Sebagai Bahan Industri*. Makasar: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Banjar Baru.
- Edi Soenarjo, Djoko S. Damardjati, dan Mahyuddin Syam. (1991). *Padi Buku 3*. Bogor: Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian.
- Halliday, Resnick dan Walker. (1996). *Fisika Dasar*. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga
- Houston, D. F. (1972). *Rice Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, IV.
- Najiyanti, Sri dan Danarti. (1997). *Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Pernebar Swadaya. Jakarta.
- Sugiarti, Wiwid Dan Widhi Widyatama. (2008). *Pemanfaatan Bungkil Jarak, Sekam Padi Dan Jerami Menjadi Bahan Bakar Briket Ramah Lingkungan Dan Dapat Diperbarui*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suharno. (1994). *Sintesis, Karakterisasi dan Substitusi Isomorfis Atom Fosfor ke Dalam Struktur Zeolit A yang Dihasilkan dari Limbah Sekam Padi*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga. (1997). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT. Pradnya Paramitha.

## A. LAMPIRAN PERHITUNGAN

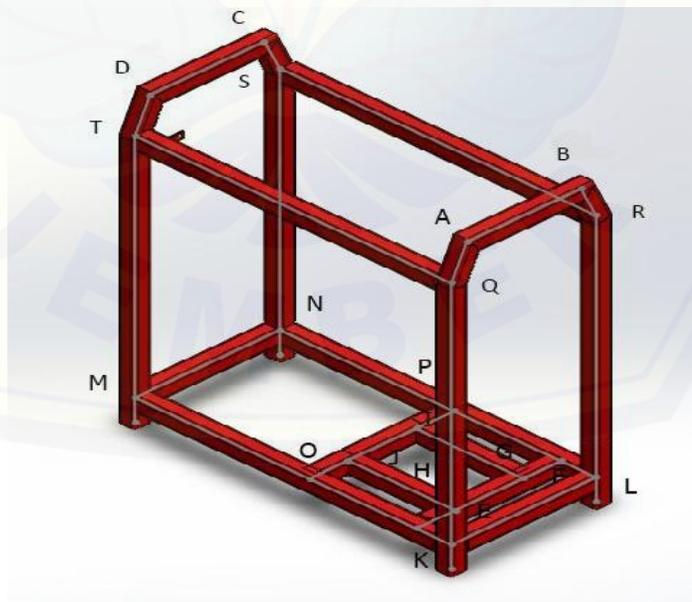
### A.1 Berat Komponem Mesin

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:

- Berat poros pengaduk : 4,24 kg
- Berat tabung : 27,34 kg
- Berat motor : 4 kg
- Berat Bearing : 2.7 kg
- Berat Pulley : 0,25 kg
- Gaya tarik sabuk (pulley ke gear box) : 30,7 kg
- Berat gear box : 2 kg

### A.2 Perencanaan Batang Penumpu Beban Terpusat

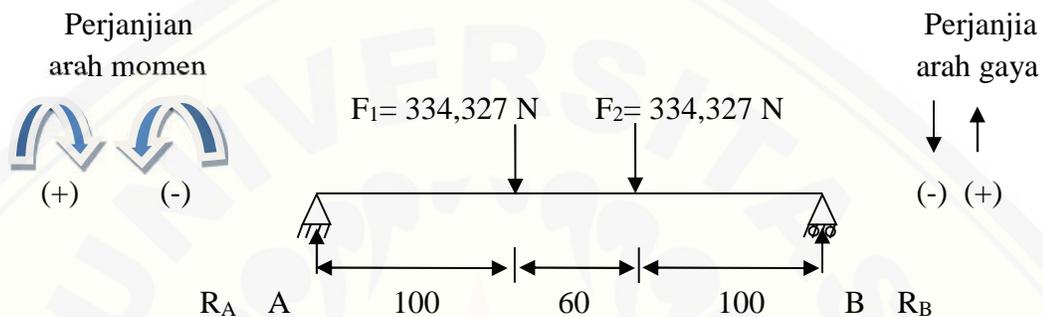
Batang penumpu dan kolom serta gaya yang dibebankan oleh komponen-komponen mesin yang di tunjukkan oleh gambar A.1 sebagai berikut



Gambar A.1 Rangka Mesin Pengaduk Adonan Briket

## A.2.1 Penghitungan beban terpusat A - B

Batang penumpu untuk beban terpusat yang direncanakan adalah batang A – B (gambar A.1), dimana batang AB menerima beban sebesar 68,23 kg di jadikan newton jadi  $68,23 \times 9,8 \text{ m/s}^2$  (gaya grafitasi) = 668,654 N di bagi dua yaitu = 334,327 N. Dimana berat poros pengaduk = 4,24 kg berat adonan briket = 1 kg berat tabung = 27,34 kg berat bearing = 2,7 kg berat pulley = 0,25 kg gaya tarik sabuk (pulley ke gear box) = 32,7 kg.



Gambar A.2 Perencanaan gaya batang A-D

$$\begin{aligned}
 F_y &= 0 \\
 -334,327 + R_A + R_B - 334,327 \text{ N} &= 0 \\
 R_A + R_B &= F \\
 &= 668,654 \text{ N} \\
 \sum M_A &= 0 \\
 R_A \cdot 100 + 160 + 334,327 \cdot 260 &= 0 \\
 R_A \cdot 334,327 \cdot 100 + 334,327 \cdot 160 &= 0 \\
 R_A &= \frac{33432,700 + 53492,320}{260} \\
 R_A &= 334,327 \text{ N} \\
 \sum M_B &= 0 \\
 -R_B \cdot 100 - 160 - 334,327 \cdot 260 &= 0 \\
 -R_B \cdot 334,327 \cdot 100 - 334,327 \cdot 160 &= 0 \\
 R_B &= \frac{-33432,700 - 53492,320}{-260}
 \end{aligned}$$

$$R_B = 334,327 \text{ N}$$

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan I

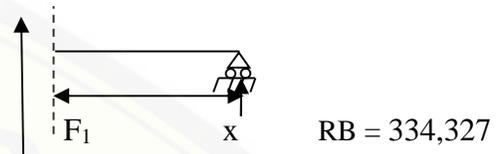
$$0 \leq x < 100$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum R_B + F_{y,x}$$

N

$$334,327 + 0 = 334,327 \text{ N}$$



Gambar A.3 Potongan I bidang geser batang A-B

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan II

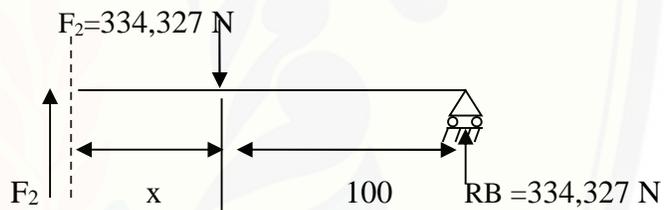
$$0 \leq x < 60$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_2 = R_B - F_2 + F_{y,x} = 0$$

$$F_2 = 334,327 - 334,327 + 0$$

$$F_2 = 334,327 \text{ N}$$



Gambar A.4 Potongan I bidang geser batang A-B

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan III

$$0 \leq x < 100$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_B = 334,327 \text{ N}$$

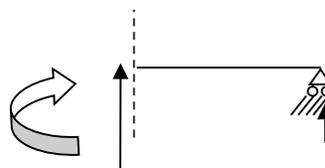
$$F_3 = R_B - F_2 - F_1 + F_{y,x}$$

$$F_3 = 334,327 - 334,327 - 334,327 + 0$$

$$F_3 = -334,327 \text{ N}$$

Perhitungan momen (M)

Potongan I



Gambar A.5 Potongan I bidang geser batang A-B

0 x 100  $M_1$   $\leftarrow$  x  $\rightarrow$   $R_B = 334,327 \text{ N}$

$M_y = 0$

Gambar A.6 Potongan I bidang geser batang A-B

$M_1 = R_b \cdot x$

x = 0  $M_1 = 334,327 \times 0 \text{ N.mm}$

x = 100  $M_1 = 334,327 \times 100 = 33432,700 \text{ N.mm}$

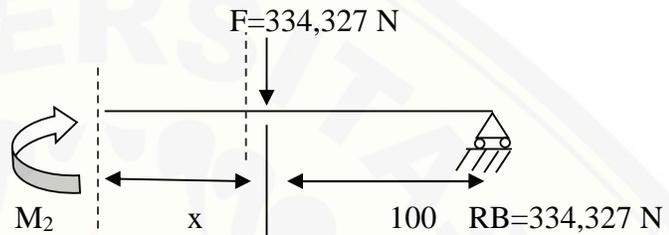
Perhitungan momen (M)

Potongan II

0 x 60

$\sum M_y = 0$

$M_2 = R_B \cdot (60 + x) - f \cdot x$



Gambar A.7 Potongan I bidang geser batang A-B

x = 0  $M_2 = 334,327 \cdot 0 + 33432,700 - 334,327 \cdot 0 = 33432,700 \text{ N.mm}$

x = 60  $M_2 = 334,327 \cdot 60 + 33432,700 - 334,327 \cdot 60 = 33432,700 \text{ N.mm}$

Perhitungan momen (M)

Potongan III

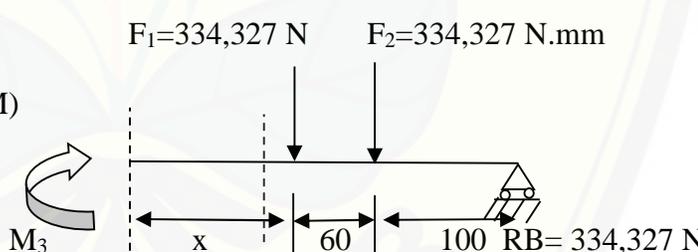
0 x 100

$\sum M_y = 0$

$M_3 = R_B \cdot (160 + x) - F \cdot (60 + x) - F \cdot x$

x = 0  $M_3 = 334,327 \cdot (160 + 0) - 334,327 \cdot (60 + 0) - 334,327 \cdot 0$   
 $= 53492,320 - 20059,620$   
 $= 33432,700 \text{ N.mm}$

x = 100  $M_3 = 334,327 \cdot (100 + 200) - 334,327 \cdot (200 + 100) - 334,327 \cdot 0$

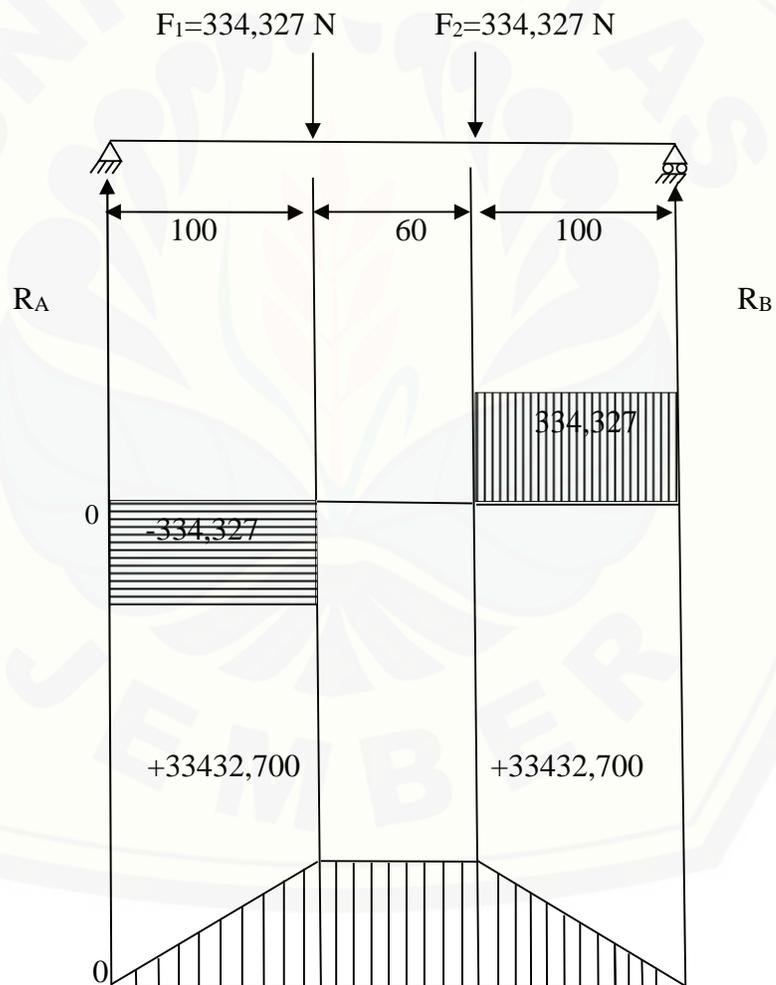


Gambar A.8 Potongan I bidang geser batang A-

$$= 100298,100 - 100298,100$$

$$= 0 \text{ N.mm}$$

Diagram Bidang Geser dan Bidang Momen untuk A-B

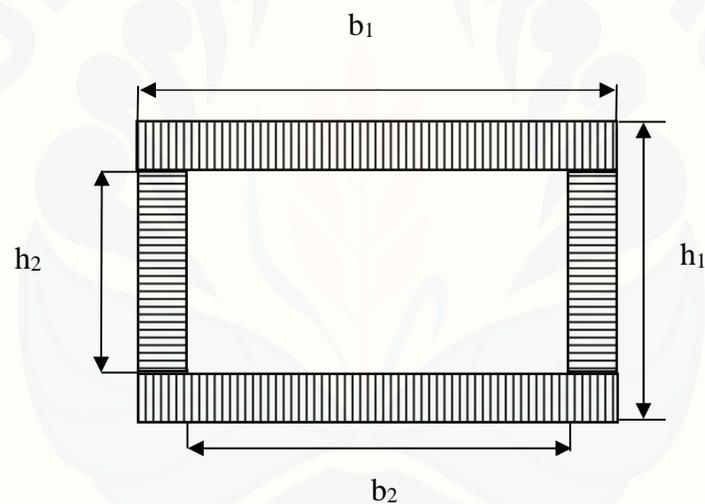


➤ Menentukan momen inersia

Bahan menggunakan ST-37 profil hollow. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, faktor keamanan ( $n$ ) = 1,67.

$$M_b = 33432,700 \text{ N.mm}$$

Menentukan momen inersia



Gambar A.9 Penampang Besi Hollow

Dimensi penampang besi hollow :

$$b_1 = 45 \text{ mm} \quad h_1 = 10 \text{ mm}$$

$$b_2 = 42 \text{ mm} \quad h_2 = 7 \text{ mm}$$

$$M_b = 33432,700 \text{ N.mm}$$

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

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{b_2}{2} \\ &= \frac{10}{2} \\ &= 5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= \frac{45}{2}$$

$$= 22,5 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = b_1 \cdot h_1$$

$$= 45 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}$$

$$= 450 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = b_2 \cdot h_2$$

$$= 42 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}$$

$$= 294 \text{ mm}^2$$

- Menentukan momen inersia total

$$A_1 = A_1 - A_2$$

$$= 450 - 294$$

$$= 156 \text{ mm}^2$$

$$Ix_1 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_1 = \frac{45 \cdot 10^3}{12}$$

$$Ix_1 = 45,000 \text{ mm}^4$$

$$Ix_2 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_2 = \frac{42 \cdot 7^3}{12}$$

$$Ix_2 = 14,406 \text{ mm}^4$$

$$I = Ix_1 - Ix_2$$

$$= 25,000 - 14,406$$

$$= 30,594 \text{ mm}^2$$

- Menentukan Centroid = y

$$y = \frac{h}{2}$$

$$y = \frac{10}{2}$$

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

Tegangan yang terjadi pada rangka material ST37 penampang persegi panjang ukuran 45 mm x 45 x 10mm:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{M_b}{I} \times y \\ &= \frac{33432,700}{30,594} \times 5\end{aligned}$$

$$\sigma_b = 5,46 \text{ N/mm}^2$$

Bahan rangka menggunakan ST37 penampang persegi panjang. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh yakni tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, factor keamanan ( $n$ ) = 1,67.

➤ Menentukan tegangan izin:

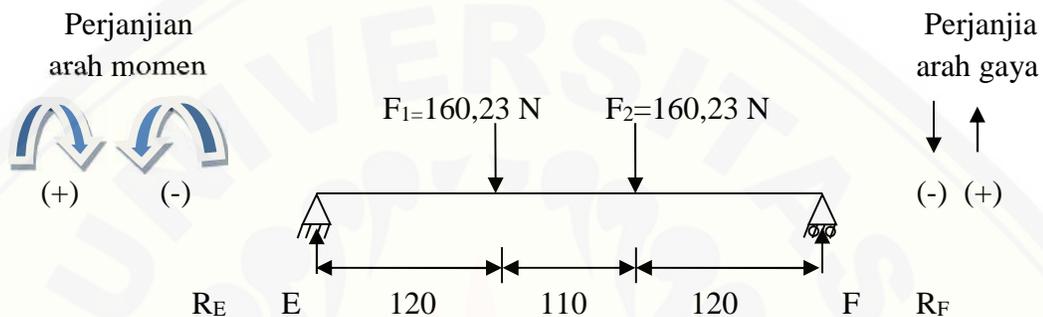
$$\begin{aligned}\sigma_{izin} &= \frac{\sigma_u}{n} \\ &= \frac{140}{1,67}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{izin} &= 8,83 \text{ Mpa} = 8,50 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ N} \\ &= 83,3 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Nilai yang diperoleh telah sesuai syarat yaitu  $\sigma_{izin} = 83,3 \text{ N/mm}^2 \geq \sigma_b = 5,46 \text{ N/mm}^2$ , maka ukuran penampang yang diperlukan 45 mm x 45 mm x 10 mm mampu menahan beban.

## A.2.2 Penghitungan beban terpusat E - F

Batang penumpu untuk beban terpusat yang direncanakan adalah batang E – F (gambar A.1), dimana batang EF menerima beban sebesar 32,7 kg. Dimana berat gear box = 2kg berat gaya tarik sabuk 30,7 kg. jadi batang penumpu menerima beban  $30,7 + 2 = 32,7$  kg yang di kalikan gaya gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$  jadi  $32,7 \times 9,8 = 320,36 \text{ N}$  di bagi dua tumpuan karena terdapat dua batang penumpu =  $160,23 \text{ N}$  di asumsikan ke beban terpusat.



Gambar A.10 Perencanaan gaya batang EF

$$\begin{aligned}
 \sum F_y &= 0 \\
 -160,23 + R_A + R_B - 160,23 &= 0 \\
 R_E + R_F &= F \\
 &= 320,36 \text{ N} \\
 \sum M_E &= 0 \\
 R_E \cdot 120 + 230 - 160,23 \cdot 350 &= 0 \\
 R_E \cdot 160,23 \cdot 120 + 160,23 \cdot 230 &= 0 \\
 R_E &= \frac{19227,6 + 36852,9}{350} \\
 R_E &= 160,23 \text{ N} \\
 \sum M_F &= 0 \\
 -R_F \cdot 120 - 230 + 160,23 \cdot 350 &= 0 \\
 -R_F \cdot 160,23 \cdot 120 - 160,23 \cdot 230 &= 0 \\
 R_F &= \frac{-19227,6 - 36852,9}{-350} \\
 R_F &= 160,23 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan I

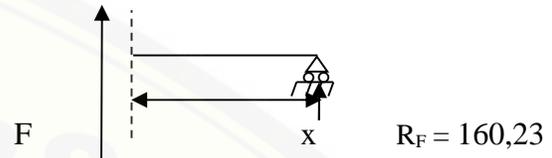
$$0 \quad x \quad 120$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum R_f + F_{y,x}$$

N

$$F_1 = 160,23 + 0 = 160,23 \text{ N}$$



Gambar A.11 Potongan I bidang geser batang E-F

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan II

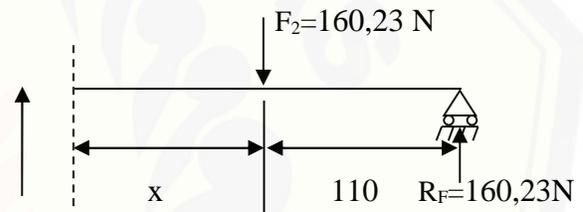
$$0 \quad x \quad 100$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_2 = R_B - F_2 + F_{y,x} = 0$$

$$F_2 = 160,23 - 160,23 + 0$$

$$F_2 = 160,23 \text{ N}$$



Gambar A.12 Potongan II bidang geser batang E-F

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan III

$$0 \quad x \quad 120$$

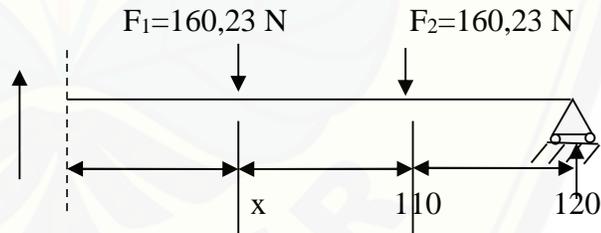
$$\sum F_y = 0$$

$$R_F = 160,23 \text{ N}$$

$$F_3 = R_B - F_2 - F_1 + F_{y,x}$$

$$F_3 = 160,23 - 160,23 - 160,23 + 0$$

$$F_3 = 160,23 \text{ N}$$

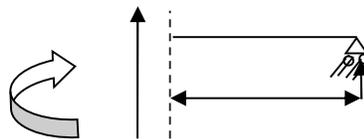


Gambar A.13 Potongan III bidang geser batang E-F

Perhitungan momen (M)

Potongan I

$$0 \quad x \quad 120$$



$$\sum M_y = 0 \quad M_1 \quad x \quad R_F = 160,23 \text{ N}$$

$$M_1 = R_F \cdot x$$

$$x = 0 \quad M_1 = 20,35 \times 0 \text{ N.mm}$$

$$x = 120 \quad M_1 = 160,23 \times 120 = 19227,6 \text{ N.mm}$$

Gambar A.14 Potongan I bidang geser batang E-F

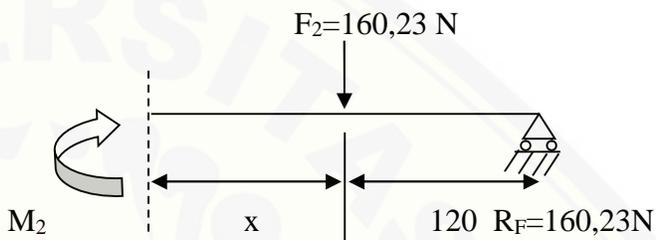
Perhitungan momen (M)

Potongan II

$$0 \quad x \quad 110$$

$$\sum M_y = 0$$

$$M_2 = R_F \cdot (110 + x) - f \cdot x$$



Gambar A.15 Potongan I bidang geser batang E-F

$$x = 0 \quad M_2 = 160,23 \cdot 0 + 19227,6 - 160,23 \cdot 0 = 19227,6 \text{ N.mm}$$

$$x = 60 \quad M_2 = 160,23 \cdot 110 + 19227,6 - 160,23 \cdot 110 = 19227,6 \text{ N.mm}$$

$$F_1 = 160,23 \text{ N} \quad F_2 = 160,23 \text{ N}$$

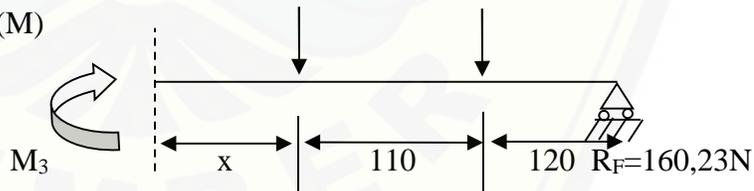
Perhitungan momen (M)

Potongan II

$$0 \quad x \quad 120$$

$$\sum M_y = 0$$

batang E-F



Gambar A.16 Potongan I bidang geser batang E-F

$$\sum M_3 = R_F \cdot (230 + x) - F \cdot (120 + x) - f \cdot x$$

$$x = 0 \quad M_3 = 160,23 \cdot (230 + 0) - 160,23 \cdot (110 + 0) - 20,35 \cdot 0$$

$$= 36852,9 - 17625,3$$

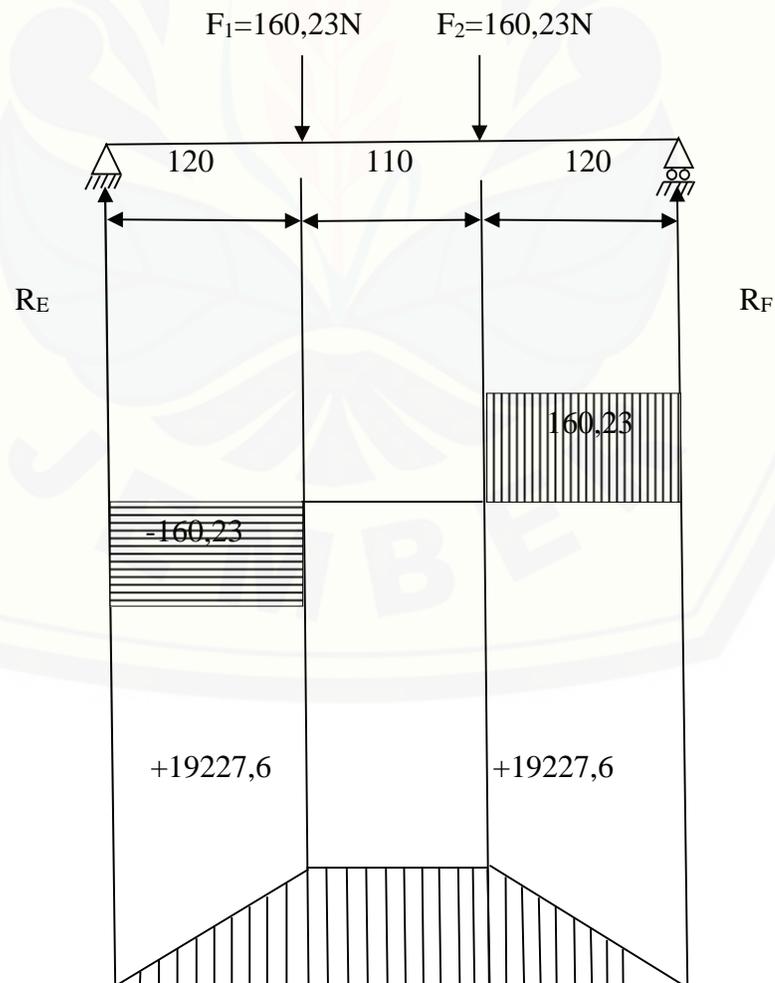
$$= 19227,6 \text{ N.mm}$$

$$x = 350 \quad M_3 = 160,23 \cdot (110+240) - 160,23 \cdot (240+110) - 20,35 \cdot 0$$

$$= 56080,5 - 56080,5 - 0$$

$$= 0 \text{ N.mm}$$

Diagram Bidang Geser dan Bidang Momen untuk E-F



0

ii

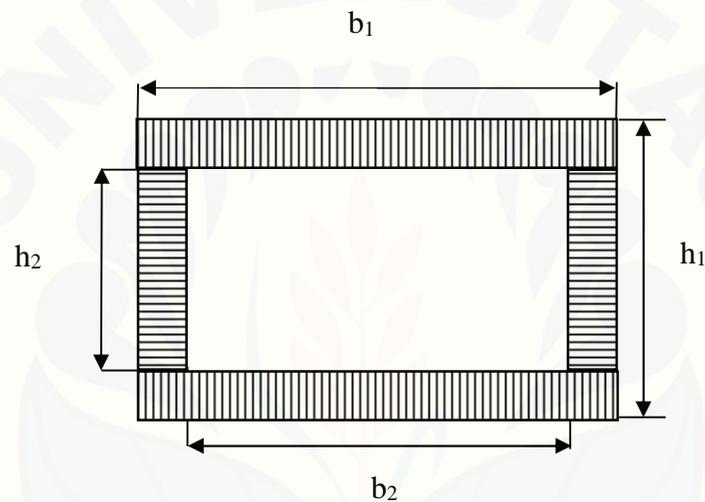


➤ Menentukan momen inersia

Bahan menggunakan ST-37 profil hollow. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, faktor keamanan (n) = 1,67.

$$M_b = 19227,6 \text{ N.mm}$$

Menentukan momen inersia



Gambar A.17 Penampang Besi Hollow

Dimensi penampang besi hollow :

$$b_1 = 45 \text{ mm} \quad h_1 = 10 \text{ mm}$$

$$b_2 = 42 \text{ mm} \quad h_2 = 7 \text{ mm}$$

$$M_b = 19227,6 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{b_1}{2} \\ &= \frac{45}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{b_2}{2} \\ &= \frac{10}{2} \\ &= 5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= 22,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_1 &= b_1 \cdot h_1 \\ &= 45 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} \\ &= 450 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= b_2 \cdot h_2 \\ &= 42 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm} \\ &= 294 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

➤ Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} A_1 &= A_1 - A_2 \\ &= 450 - 294 \\ &= 156 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$Ix_1 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_1 = \frac{45 \cdot 10^3}{12}$$

$$Ix_1 = 45,000 \text{ mm}^4$$

$$Ix_2 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_2 = \frac{42 \cdot 7^3}{12}$$

$$Ix_2 = 14,406 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} I &= Ix_1 - Ix_2 \\ &= 25,000 - 14,406 \\ &= 30,594 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

➤ Menentukan Centroid =  $y$

$$y = \frac{h}{2}$$

$$y = \frac{10}{2}$$

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

Tegangan yang terjadi pada rangka material ST37 penampang persegi panjang ukuran 45 mm x 45 x 10mm:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{I} x y$$

$$= \frac{19227,6}{30,594} \times 5$$

$$\sigma_b = 3,14 \text{ N/mm}^2$$

Bahan rangka menggunakan ST37 penampang persegi panjang. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh yakni tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, factor keamanan ( $n$ ) = 1,67.

➤ Menentukan tegangan izin:

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_u}{n}$$

$$= \frac{140}{1,67}$$

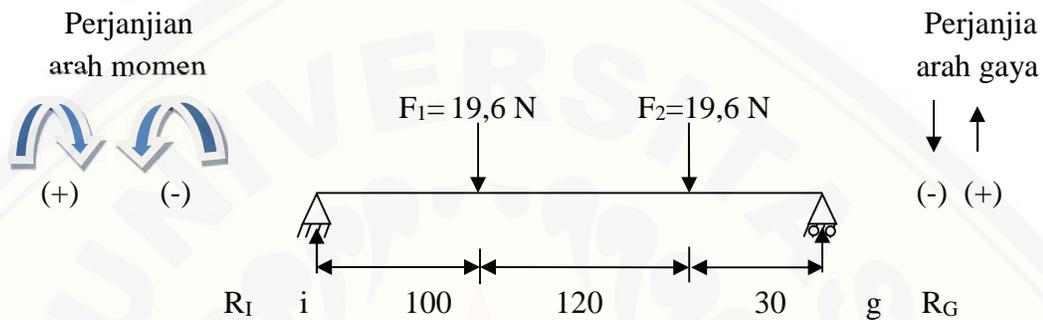
$$\sigma_{izin} = 8,33 \text{ Mpa} = 8,50 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ N}$$

$$= 83,3 \text{ N/mm}^2$$

Nilai yang diperoleh telah sesuai syarat yaitu  $\sigma_{izin} = 83,3 \text{ N/mm}^2 \geq \sigma_b = 3,14 \text{ N/mm}^2$ , maka ukuran penampang yang diperlukan 45 mm x 45 mm x 10 mm mampu menahan beban.

## A.2.1 Penghitungan beban terpusat I - G

Batang penumpu untuk beban terpusat yang direncanakan adalah batang I – G (gambar A.1), dimana batang I G menerima beban sebesar 4 kg. Dimana berat motor = 4 kg jadi beban penumpu menerima beban 4 kg dikalikan gaya gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>, jadi  $4 \times 9,8 = 39,2$  N di bagi dua tumpuan karena terdapat dua penumpu = 19,6 N kg di asumsikan ke beban terpusat



Gambar A.18 Perencanaan gaya batang IG

$$\sum F_y = 0$$

$$-160,23 + R_A + R_B - 160,23 = 0$$

$$\begin{aligned} R_I + R_G &= F \\ &= 39,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\sum M_I = 0$$

$$R_I \cdot 100 + 150 - 19,6 \cdot 250 = 0$$

$$R_I \cdot 100 + 19,6 \cdot 100 + 19,6 \cdot 2 \cdot 150 = 0$$

$$R_G = \frac{1960 + 2940}{250}$$

$$R_G = 19,6 \text{ N}$$

$$\sum M_G = 0$$

$$-R_G \cdot 100 - 150 + 19,6 \cdot 250 = 0$$

$$-R_G \cdot 100 - 19,6 \cdot 100 - 19,6 \cdot 150 = 0$$

$$R_G = \frac{-1960 - 2940}{-250}$$

$$R_G = 19,6 \text{ N}$$

Perhitungan gaya geser (F)

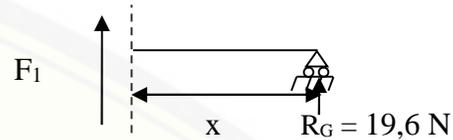
Potongan I

$$0 \leq x \leq 30$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_G + F_{y,x}$$

$$F_1 = 19,6 + 0 = 19,6 \text{ N}$$



Gambar A.19 Potongan I bidang geser batang I-G

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan II

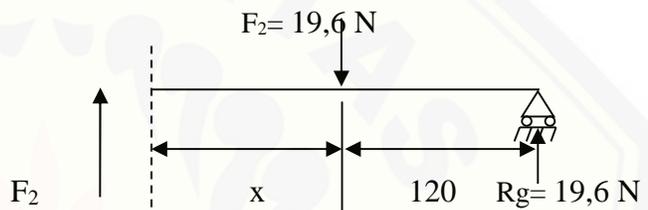
$$0 \leq x \leq 120$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_2 = R_B - F_2 + F_{y,x} = 0$$

$$F_2 = 19,6 - 19,6 \text{ N} + 0$$

$$F_2 = 19,6 \text{ N}$$



Gambar A.20 Potongan II bidang geser batang I-G

Perhitungan gaya geser (F)

Potongan III

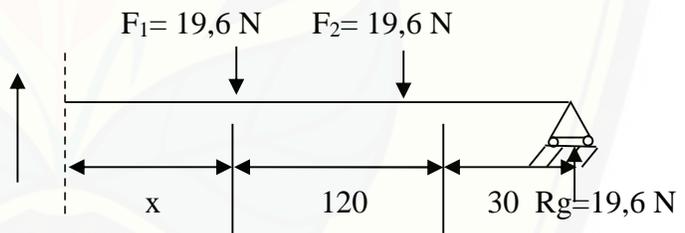
$$0 \leq x \leq 100$$

$$F_y = 0$$

$$F_3 = R_B - F_2 - F_1 + F_{y,x}$$

$$F_3 = 19,6 - 19,6 - 19,6 + 0$$

$$F_3 = 19,6 \text{ N}$$



Gambar A.21 Potongan III bidang geser batang I-G

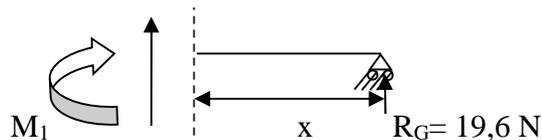
Perhitungan momen (M)

Potongan I

$$0 \leq x \leq 30$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$M_1 = R_G \cdot x$$



Gambar A.22 Potongan I bidang geser batang I-G

$$x = 0 \quad M_1 = 19,6 \times 0 \text{ N.mm}$$

$$x = 110 \quad M_1 = 19,6 \times 30 = 588 \text{ N.mm}$$

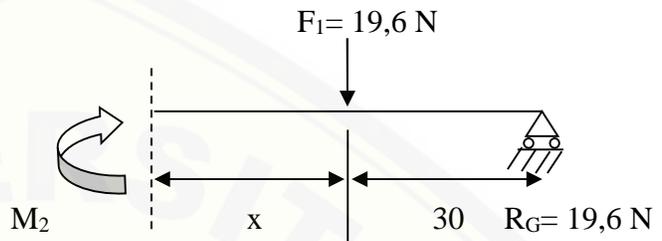
Perhitungan momen (M)

Potongan II

$$0 \quad x \quad 120$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$M_2 = R_G \cdot (120 + x) - f \cdot x$$



Gambar A.23 Potongan I bidang geser batang I-G

$$x = 0 \quad M_2 = 19,6 \cdot 0 + 588 - 19,6 \cdot 0 = 588 \text{ N.mm}$$

$$x = 60 \quad M_2 = 19,6 \cdot 120 + 588 - 19,6 \cdot 120 = 588 \text{ N.mm}$$

$$F_1 = 19,6 \text{ N} \quad F_2 = 19,6 \text{ N}$$

Perhitungan momen (M)

Potongan III

$$0 \quad x \quad 100$$

$$\sum M_y = 0$$

$$\sum M_3 = R_G \cdot (150 + x) - f \cdot (120 + x) - f \cdot x$$



Gambar A.24 Potongan I bidang geser batang I-G

batang I-G

$$x = 0 \quad M_3 = 19,6 \cdot (150 + 0) - 19,6 \cdot (120 + 0) - 19,6 \cdot 0$$

$$= 2940 - 2352$$

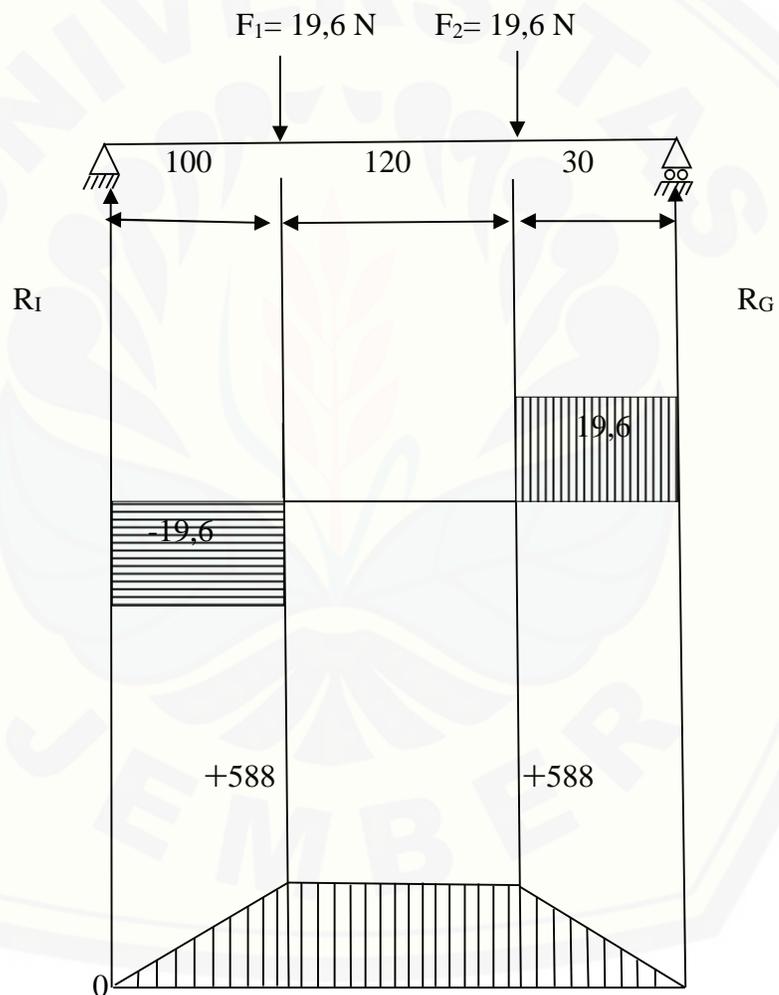
$$= 588 \text{ N.mm}$$

$$x = 250 \quad M_3 = 19,6 \cdot (120 + 130) - 19,6 \cdot (130 + 120) - 19,6 \cdot 0$$

$$= 4900 - 4900 - 0$$

$= 0 \text{ N.mm}$

Diagram Bidang Geser dan Bidang Momen untuk I-G

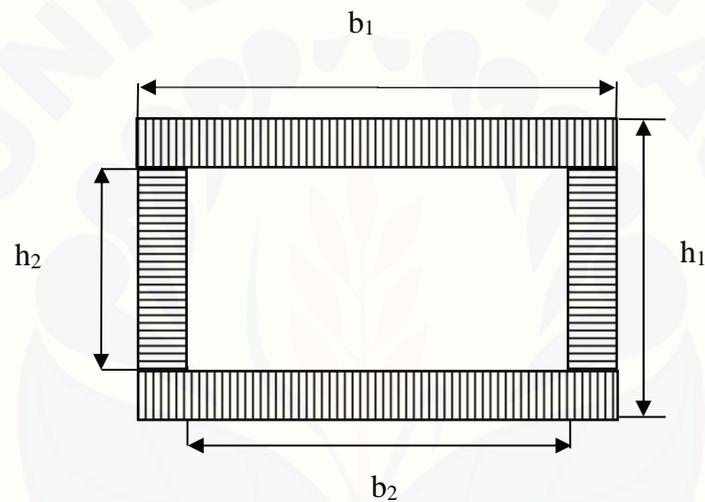


➤ Menentukan momen inersia

Bahan menggunakan ST-37 profil hollow. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, faktor keamanan ( $n$ ) = 1,67.

$M_b = 588 \text{ N.mm}$

Menentukan momen inersia



Gambar A.25 Penampang Besi Hollow

Dimensi penampang besi hollow:

$$b_1 = 45 \text{ mm} \quad h_1 = 10 \text{ mm}$$

$$b_2 = 42 \text{ mm} \quad h_2 = 7 \text{ mm}$$

$$M_b = 588 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{b_1}{2} \\ &= \frac{45}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{b_2}{2} \\ &= \frac{10}{2} \\ &= 5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= 22,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_1 &= b_1 \cdot h_1 \\ &= 45 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} \\ &= 450 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= b_2 \cdot h_2 \\ &= 42 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm} \\ &= 294 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

➤ Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} A_1 &= A_1 - A_2 \\ &= 450 - 294 \\ &= 156 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$Ix_1 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_1 = \frac{45 \cdot 10^3}{12}$$

$$Ix_1 = 45,000 \text{ mm}^4$$

$$Ix_2 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_2 = \frac{42 \cdot 7^3}{12}$$

$$Ix_2 = 14,406 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} I &= Ix_1 - Ix_2 \\ &= 25,000 - 14,406 \\ &= 30,594 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

➤ Menentukan Centroid =  $y$

$$y = \frac{h}{2}$$

$$y = \frac{10}{2}$$

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

Tegangan yang terjadi pada rangka material ST37 penampang persegi panjang ukuran 45mm x 45 x 10mm:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{I} x y$$

$$= \frac{588}{30,594} \times 5$$

$$\sigma_b = 19,2 \text{ N.mm}^2$$

Bahan rangka menggunakan ST37 penampang persegi panjang. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh yakni tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, factor keamanan (n) = 1,67.

➤ Menentukan tegangan izin:

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_u}{n}$$

$$= \frac{140}{1,67}$$

$$\sigma_{izin} = 8,83 \text{ Mpa} = 8,50 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ N}$$

$$= 83,3 \text{ N/mm}^2$$

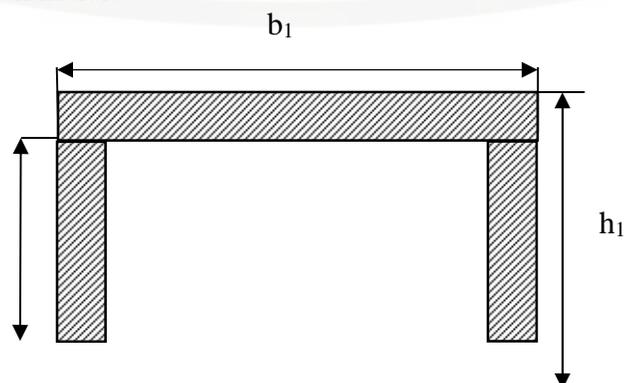
Nilai yang diperoleh telah sesuai syarat yaitu  $\sigma_{izin} = 83,3 \text{ N.mm}^2 \geq \sigma_b = 19,2 \text{ N.mm}^2$ , maka ukuran penampang yang diperlukan 45 mm x 45 mm x 10 mm mampu menahan beban.

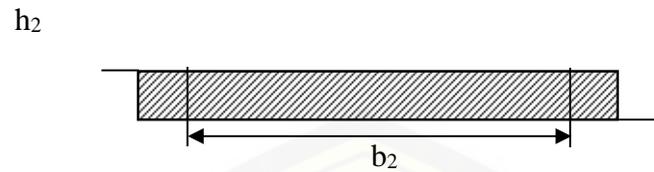
### A.3 Perencanaan Las

Bahan menggunakan ST-37 profil hollow. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan leleh ( $\sigma_m$ ) = 120 Mpa, tegangan batas ( $\sigma_u$ ) = 140 – 410 Mpa, faktor keamanan (n) = 1,67.

$$M_b = 33432,700 \text{ N}$$

Menentukan momen inersia





Gambar A.26 Penampang kampuh las

Dimensi kampuhlas:

$$b_1 = 55 \text{ mm} \quad h_1 = 20 \text{ mm}$$

$$b_2 = 45 \text{ mm} \quad h_2 = 10 \text{ mm}$$

$$M_b = 33432,700 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= b_1 \cdot h_1 \\ &= 55 \text{ mm} \cdot 20 \text{ mm} \\ &= 1100 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= b_2 \cdot h_2 \\ &= 45 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} \\ &= 450 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

➤ Menentukan A total

$$\begin{aligned} A_1 &= A_1 - A_2 \\ &= 1100 - 450 \\ &= 650 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$Ix_1 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_1 = \frac{55 \cdot 20^3}{12}$$

$$Ix_1 = 36666,67 \text{ mm}^4$$

$$Ix_2 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$Ix_2 = \frac{45 \cdot 10^3}{12}$$

$$Ix_2 = 3,750 \text{ mm}^4$$

➤ Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} I_1 &= Ix_1 - Ix_2 \\ &= 36666,67 - 3750 \end{aligned}$$

$$= 32916,67 \text{ mm}^4$$

- Menentukan Centroid =  $y$

$$\begin{aligned} y &= \frac{h}{2} \\ &= \frac{20}{2} \\ &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jenis elektroda yang digunakan adalah AWS E6013 dengan diameter 2 mm. Hasil pengelasan 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, dengan  $F = 42,5 \text{ kg}$ , tegangan tarik dan lentur yang diijinkan untuk kampuh las ( $\sigma_{zul}$ ) =  $13,5 \text{ kg/mm}^2$

Pada rancangan ini didapat:

- a. Menentukan tegangan normal dalam kampuh las

$$\begin{aligned} \sigma' &= \frac{M_b}{I_{tot}} \cdot y \\ &= \frac{33432,700 \text{ N}}{32916,67 \text{ mm}^4} \cdot 10 \text{ mm} \\ &= 10,156 \text{ N} \end{aligned}$$

- b. Menentukan tegangan geser dalam kampuh las

$$\begin{aligned} \tau' &= \frac{F}{A} \\ \tau' &= \frac{42,5}{650} \\ \tau' &= 0,06 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- c. Pengujian kekuatan sambungan las

$$\begin{aligned}\sigma_{zul} &\geq \sigma^1 && \approx 13,5 \text{ kg/mm}^2 \geq 1,6 \text{ kg/mm}^2 \\ \tau_{zul} &\geq \tau^1 && \approx 13,5 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,06 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

#### A.4 Perencanaan Baut dan Mur

##### A.4.1 Perencanaan baut dan mur pengikat motor

- 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  $f_c = 1,2$

$$\begin{aligned}W_{max} &= W_0 \cdot f_c \\ &= 5,3 \times 1,2 \\ &= 6,36 \text{ kg}\end{aligned}$$

Beban yang diterima oleh masing-masing baut:

$$\begin{aligned}W &= \frac{6,36}{4} \\ &= 1,59 \text{ kg}\end{aligned}$$

- 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 kg/mm<sup>2</sup>. Sehingga diketahui faktor keamanan ( $S_f$ ) 8 – 10 10. Tekanan permukaan yang diizinkan ( $q_a$ ) = 3 kg/mm<sup>2</sup>.

- Kekuatan tarik yang diizinkan ( $\sigma_a$ )

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \frac{\sigma_b}{S_f} \\ &= \frac{34 \text{ kg/mm}^2}{10}\end{aligned}$$

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

➤ Kekuatan geser yang diizinkan ( $\tau_a$ )

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

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

$$\begin{aligned}D &\geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \\ &\geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,59}{3,14 \cdot 3,4 \cdot 0,64}} \\ &\geq \sqrt{\frac{6,36}{6,83264}} \\ &\geq \sqrt{0,9308} \\ &\geq 0,9648\end{aligned}$$

Disini diambil  $D = 14 \text{ mm}$

Sehingga ulir baut dan mur yang dipilih ulir metris dengan ukuran standart M14 dan didapat standart dimensi sebagai berikut:

Dimensi luar ulir dalam ( $D$ )	= 14	mm
Jarak bagi ( $p$ )	= 2	mm
Diameter inti ( $d_1$ )	= 11,835	mm
Tinggi kaitan ( $H_1$ )	= 1,083	mm
Diameter efektif ulir dalam ( $d_2$ )	= 12,701	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:

$$\begin{aligned} Z &\geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \\ &\geq \frac{1,59}{3,14 \cdot 12,701 \cdot 1,083 \cdot 3} \\ &\geq \frac{1,59}{129,57} \\ &\geq 0,0123 \end{aligned}$$

➤ Tinggi mur ( $H$ ) yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} H &\geq z \times p \\ &\geq 3 \times 2 \\ &\geq 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

menurut standar :

$$\begin{aligned} H &\geq (0,8 - 1,0) \cdot D \\ &\geq (1,0) 14 \\ &\geq 14 \text{ mm} \rightarrow 14 \end{aligned}$$

➤ Tinggi mur yang akan diambil adalah 14 mm, sehingga jumlah ulir mur ( $Z'$ ) adalah:

$$\begin{aligned} Z' &= \frac{H}{p} \\ &= \frac{14}{2} \\ &= 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ Kekuatan geser akar ulir baut  $\tau_b$  adalah:

$$\begin{aligned} \tau_b &= \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{1,59}{3,14 \cdot 11,835 \cdot 0,84 \cdot 2 \cdot 7} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,59}{437,02} \\
 &= 0,0036 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

- Kekuatangeser akar ulir mur  $\tau_n$  adalah:

$$\begin{aligned}
 \tau_n &= \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z'} \\
 &= \frac{1,59}{3,14 \cdot 14 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 7} \\
 &= \frac{1,59}{461,58} \\
 &= 0,0034 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{maka : } \tau_a \geq \tau_b \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,0036 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \geq \tau_n \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,0034 \text{ kg/mm}^2$$

Harga  $\tau_n$  dan  $\tau_b$  memenuhi syarat yang ditentukan, sehingga mur dan baut yang dipilih M14 dengan ketinggian mur 14 mm dan dari bahan baja liat dengan kadar karbon 0,2%C.

#### A.4.2 Perencanaan mur dan baut pengikat bearing terhadap poros 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  $f_c = 1,2$

$$\begin{aligned}
 W_{max} &= W_0 \cdot f_c \\
 &= 50 \times 1,2 \\
 &= 60 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban yang diterima oleh masing-masing baut:

$$W = \frac{60}{2}$$

= 30 kg

- Menentukan bahan baut dan mur

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

- Kekuatan tarik yang diizinkan ( $\sigma_a$ )

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

- Kekuatan geser yang diizinkan ( $\tau_a$ )

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

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

$$\begin{aligned}D &\cong \sqrt{\frac{2W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \\ &\cong \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{3,14 \cdot 3,4 \cdot 0,64}} \\ &\cong \sqrt{\frac{60}{6,83264}} \\ &\cong \sqrt{85,4092} \\ &\cong 9,2417\end{aligned}$$

Disini diambil  $D = 10$  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:

$$\begin{aligned}
 Z &\geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \\
 &\approx \frac{5,814}{3,14 \cdot 9,026 \cdot 0,812 \cdot 3} \\
 &\approx \frac{5,814}{69,04} \\
 &\approx 0,08 \rightarrow 3
 \end{aligned}$$

➤ Tinggi mur ( $H$ ) yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned}
 H &\geq z \times p \\
 &\geq 3 \times 1,5 \\
 &\geq 4,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

menurut standar :

$$\begin{aligned}
 H &\geq (0,8 - 1,0) \cdot D \\
 &\geq (1,0) 10
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} Z' &= \frac{H}{p} \\ &= \frac{10}{1,5} \\ Z' &= 6,7 \end{aligned}$$

- Kekuatan geser akar ulir baut  $\tau_b$  adalah:

$$\begin{aligned} \tau_b &= \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{5,814}{3,14 \cdot 8,3760 \cdot 0,84 \cdot 1,5 \cdot 6,7} \\ &= \frac{5,814}{222,03} \\ &= 0,026 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- Kekuatangeser akar ulir mur  $\tau_n$  adalah:

$$\begin{aligned} \tau_n &= \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{5,814}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 6,7} \\ &= \frac{5,814}{236,68} \\ &= 0,025 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{maka : } \tau_a \geq \tau_b \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,026 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \geq \tau_n \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,025 \text{ kg/mm}^2$$

Harga  $\tau_n$  dan  $\tau_b$  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.5 Proses Pengeboran

### A.5.1 Pembuatan lubang pada rangka pengikat rumahan poros penggerak utama

Dalam proses pengeboran mata bor yang dipakai adalah jenis HSS dengan diameter 14 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:

$$\begin{aligned} \text{➤ Putaran mata bor } (n) &= \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{1000 \cdot 25 \text{ m/menit}}{3,14 \times 14 \text{ mm}} \\ &= \frac{25000 \text{ m/menit}}{37,68 \text{ mm}} \\ &= 568,698 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Laju pemakanan } (v_f) &= s \times n \\ &= 0,2 \text{ mm/putaran} \times 568,696 \text{ rpm} \\ &= 113,73 \text{ mm/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Jarak bebas bor } (A) &= 2 \times 0,3 \times D \\ &= 2 \times 0,3 \times 14 \\ &= 8,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} L &= t + A + I_1 \\ &= (3 + 8,4 + 8) \text{ mm} \\ &= 19,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 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:

$$\begin{aligned} t_m &= \frac{L}{V_f} + \text{Setting pahat} + \text{Setting benda kerja} \times 6 \\ &= \frac{19,4}{113,73} + 1 \text{ menit} + (1 \text{ menit} \times 4) \\ &= 5,17 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 4 lubang membutuhkan waktu 5,17 menit.

#### A.5.2 Pembuatan lubang pada rangka pengikat motor listrik dan gear box

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:

- Putaran mata bor ( $n$ )
- $$\begin{aligned} &= \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{1000 \cdot 25 \text{ m/menit}}{3,14 \times 10 \text{ mm}} \\ &= \frac{25000 \text{ m/menit}}{31,4 \text{ mm}} \\ &= 796,18 \text{ rpm} \end{aligned}$$
- Laju pemakanan ( $v_f$ )
- $$\begin{aligned} &= s \times n \\ &= 0,2 \text{ mm/putaran} \times 796,18 \text{ rpm} \\ &= 159,24 \text{ mm/menit} \end{aligned}$$
- Jarak bebas bor ( $A$ )
- $$\begin{aligned} &= 2 \times 0,3 \times D \\ &= 2 \times 0,3 \times 10 \\ &= 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 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:

$$\begin{aligned}t_m &= \frac{L}{V_f} + \text{Setting pahat} + \text{Setting benda kerja} \times 4 \\ &= \frac{17}{159,24} + 1 \text{ menit} + (1 \text{ menit} \times 4) \\ &= 5,10 \text{ menit}\end{aligned}$$

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



Tabel A.2 Hasil pengujian rangka, sambungan las, baut dan mur secara visual dengan ada beban  
(ada isi adonan briket pada box)

Pengujian Ke-	Waktu Pengujian (menit)	Kondisi Bahan Adonan Briket (Ada atau Tidak)	Komponen Rangka						
			Baut dan Mur			Rangka		Las	
			Lepas / Tidak	Kendur / Tidak	Patah / Tidak	Patah / Tidak	Getar / Tidak	Retak / Tidak	Patah / Tidak
1	10	Ada adonan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2	15	Ada adonan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
3	20	Ada adonan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Dari hasil pengujian rangka diketahui bahwa;

- Batang penumpu mampu menahan beban mesin yang bekerja;
- Tidak terjadi kerusakan (patah atau retak) pada sambungan las;
- Untuk baut dan mur, komponen ini mampu mengikat mesin , rumah poros pengaduk dengan baik, tanpa adanya geseran.

## B. LAMPIRAN TABEL

TABEL B.1 SIFAT-SIFAT MEKANIS

Bahan	Teganganleleh $\sigma_y$		Teganganbatas $\sigma_u$		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 <sup>2</sup>	0.3048*	0.305	Meter per detik kuadrat	m/det <sup>2</sup>	
	inci per detik kuadrat	inci/det <sup>2</sup>	0.0254*	0.0254	Meter per detik kuadrat	m/det <sup>2</sup>	
Luas	kaki kuadrat	kaki <sup>2</sup>	0.09290304*	0.0929	Meter kuadrat	m <sup>2</sup>	
	Inci kuadrat	inci <sup>2</sup>	645.16*	645	Milimeter kuadrat	mm <sup>2</sup>	
Kerapatan (massa)	Slug per kaki kubik	slug/kaki <sup>3</sup>	515.379	515	Kilogram per meter kubik	kg/m <sup>3</sup>	
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	Pon	lb	4.44822	4.45	Newton	N	
	Kip (1000 pon)	k	4.44822	4.45	Kilonewton	kN	
Intensitas 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; torca	Kaki-pon	kaki-lb	1.35582	1.36	Newton meter	Nm
		Inci-poninci-lb		0.112985	0.113	Newton meter	Nm
	Inci-kip	Kaki-kip	kaki-k	1.35582	1.36	Kilonewton meter	kN-m
			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 <sup>2</sup>	
Momeninersia (momenkedua arid luas)	Inci pangkat empat	inci <sup>4</sup>	416,231	416,000	Milimeter pangkat empat	mm <sup>4</sup>	
	Inci pangkat empat	inci <sup>4</sup>	0.416231 × 10 <sup>-6</sup>	0.416 × 10 <sup>-6</sup>	Meter pangkat empat	m <sup>4</sup>	
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 <sup>2</sup>	47.8803	47.9	PascalPa		
	pon per inci kuadrat	lb/inci <sup>2</sup>	6894.76	6890	PascalPa		
	kip per kaki kuadrat	k/kaki <sup>2</sup>	47.8803	47.9	Kilopascal	kPa	
	kip per inci kuadrat	k/inci <sup>2</sup>	6894.76	6890	Kilopascal	kPa	
Modulus tampang	Inci pangkat tiga	inci <sup>3</sup>	16,387.1	16,400	Milimeter pangkat tiga	mm <sup>3</sup>	
	Inci pangkat tiga	inci <sup>3</sup>	16.3871 × 10 <sup>-6</sup>	16.4 × 10 <sup>-6</sup>	Meter pangkat tiga	m <sup>3</sup>	
Berat spesifik (kecepatan berat)	Pon per kaki kubik	lb/kaki <sup>3</sup>	157.087	157	Newton per meter kubik	N/m <sup>3</sup>	
	Pon per incikubik	lb/inci <sup>3</sup>	271.447	271	Kilonewton per meter kubik	kN/m <sup>3</sup>	
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 <sup>3</sup>	0.0283168	0.0283	Meter kubik	m <sup>3</sup>	
	Inci kubik	inci <sup>3</sup>	16.3871 × 10 <sup>-6</sup>	16.4 × 10 <sup>-6</sup>	Meter kubik	m <sup>3</sup>	
Incikubik	inci <sup>3</sup>	16.3871	16.4	Sentimeter kubik	cm <sup>3</sup>		
Galon		3.78541	3.79	Liter	L		
Galon		0.00378541	0.00379	Meter kubik	m <sup>3</sup>		

\*Faktorkonversi yang pasti

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

Sumber : Gere & Timoshenko.1996. *MekanikaBahan* jilid 1. Erlangga: Jakarta.

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

(Satuan : kg/Dm<sup>3</sup>)

Bahan	MassaJenis	Bahan	MassaJenis
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
AluminiumMurni	2,58	Gips (Tuang, Kering)	0,97
AluminiumTuang	2,60	Glycerine	1,25
AluminiumTempa	2,75	Granit	2,50 – 3,10
AluminiumLoyang	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
GaramDapur	2,15	TimahPutihTempa	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	Kualitaskampuh	Tegangan	Baja			
			St 37 Beban		St 52 Beban	
			H	HZ [N/mm <sup>2</sup> ]	H	HZ
Kampuh temu, kampuh K dengan Kampuh sudut ganda, Kampuh steg K dengan kampuh sudut ganda	Semuakualitaskampuh Bebas dari retak dan kesalahan lainnya	Tekandanlentur	160	180	240	270
		Tarik danlentur	160	180	240	270
Kampuh Steg-HV dengan kampuh sudut	Semuakualitas	Tekan dan lentur, tarik dan lentur, tegangan total	135	150	170	190
Kampuh-kampuhlainnya	Semuakualitas	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/mm<sup>2</sup>)

JenisBahan		Tekanan Permukaan Yang Dijinkan ( $q_a$ )	
UlirLuar (Baut)	UlirDalam (Mur)	UntukPengikat	UntukPenggerak
Baja Liat	Baja LiatatauPerunggu	3,0	1,0
Baja Keras	Baja LiatatauPerunggu	4,0	1,3
Baja Keras	BesiCor	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 akanditransmisikan	$f_c$
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)

JenisUlir			JarakBagi( $p$ )	Tinggi Kaitan( $H_1$ )	UlirDalam (Mur)		
					Diameter Luar( $D$ )	Diameter Efektif( $D_2$ )	Diameter Dalam( $D_1$ )
1	2	3			UlirLuar (Baut)		
					Diameter Luar( $d$ )	Diameter Efektif( $d_2$ )	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 : DasarPerencanaanPemilihanElemenMesin, Sularso; 1997

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

JenisUlir	JarakBagi( $p$ )	Tinggi	UlirDalam (Mur)
-----------	------------------	--------	-----------------

			Kaitan( $H_1$ )		Diameter Luar( $D$ )	Diameter Efektif( $D_2$ )	Diameter Dalam( $D_1$ )
			UlirLuar (Baut)				
1	2	3			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  Baja Struktural ( $C = 0,6\%$ )	08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 55, 60  C <sub>T.0</sub> , C <sub>T.1</sub> , C <sub>T.2</sub> , C <sub>T.3</sub> , C <sub>T.4</sub> , C <sub>T.5</sub> , C <sub>T.6</sub>	Kekuatan Tarik ( $\uparrow_B$ )	30-35	36-41	42-49	50-57	58-68	69-81	82-96
		<i>Bhn</i>	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
		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 ( $\uparrow_B$ )	37-43	44-51	52-61	62-72	73-85	86-100	101-119
		<i>Bhn</i>	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 $s(mm/put)$													
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)

JenisPengeboran	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 <sup>2</sup> )	Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)
Kekuatan tarik terendah kelompok E 60 setelah dilaskan adalah 60.000 psi atau 42,2 kg/mm <sup>2</sup>						
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 titaniatinggi	F,V,OH,H	AC/DC polaritas lurus	47,1	38,7	17
E 6013....	Kalium titaniatinggi	F,V,OH,H	AC/DC polaritas ganda	47,1	38,7	17
E 6020....	Oksidabesi tinggi	{ H-S F	AC/DC polaritas lurus AC/DC polaritas ganda	43,6	35,2	25
E 6027....	Serbukbesi, oksidabesi	{ 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

Jenis bahan	Carbide Drills meter/menit	HSS Drills meter/menit
Alumunium dan paduannya	200 – 300	80 – 150
Kuningan dan Bronze	200 – 300	80 – 150
Bronze liat	70 – 100	30 – 50
Besituang lunak	100 – 150	40 – 75
Besituang sedang	70 – 100	30 – 50
Tembaga	60 – 100	25 – 50
Besi tempa	80 – 90	30 – 45
Magnesium dan paduannya	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 dan paduannya	50 – 70	20 – 35
Stainless steel	60 – 70	25 – 35

Sumber: Umaryadi. 2006. *PDTM Teknologi dan Industri*. Yudhistira: Jakarta.

TABEL B.15 KECEPATAN PEMAKANAN (FEEDING)

Diameter mata bor dalam mm	Kecepatan pemakanan 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
Lebih dari 25	0,4 sd 0,6

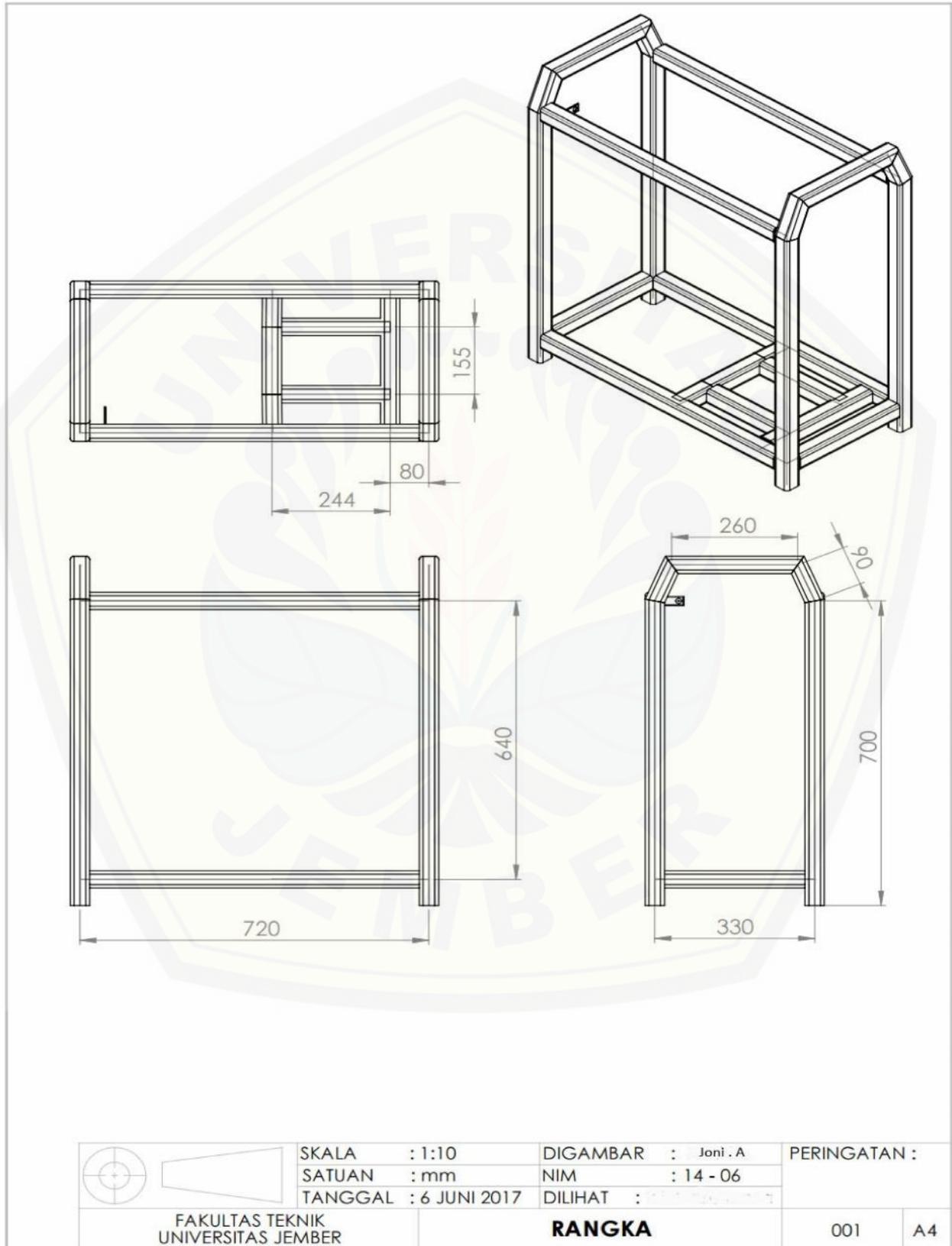
Sumber: Umaryadi. 2006. *PDTM Teknologi dan Industri*. Yudhistira: Jakarta.

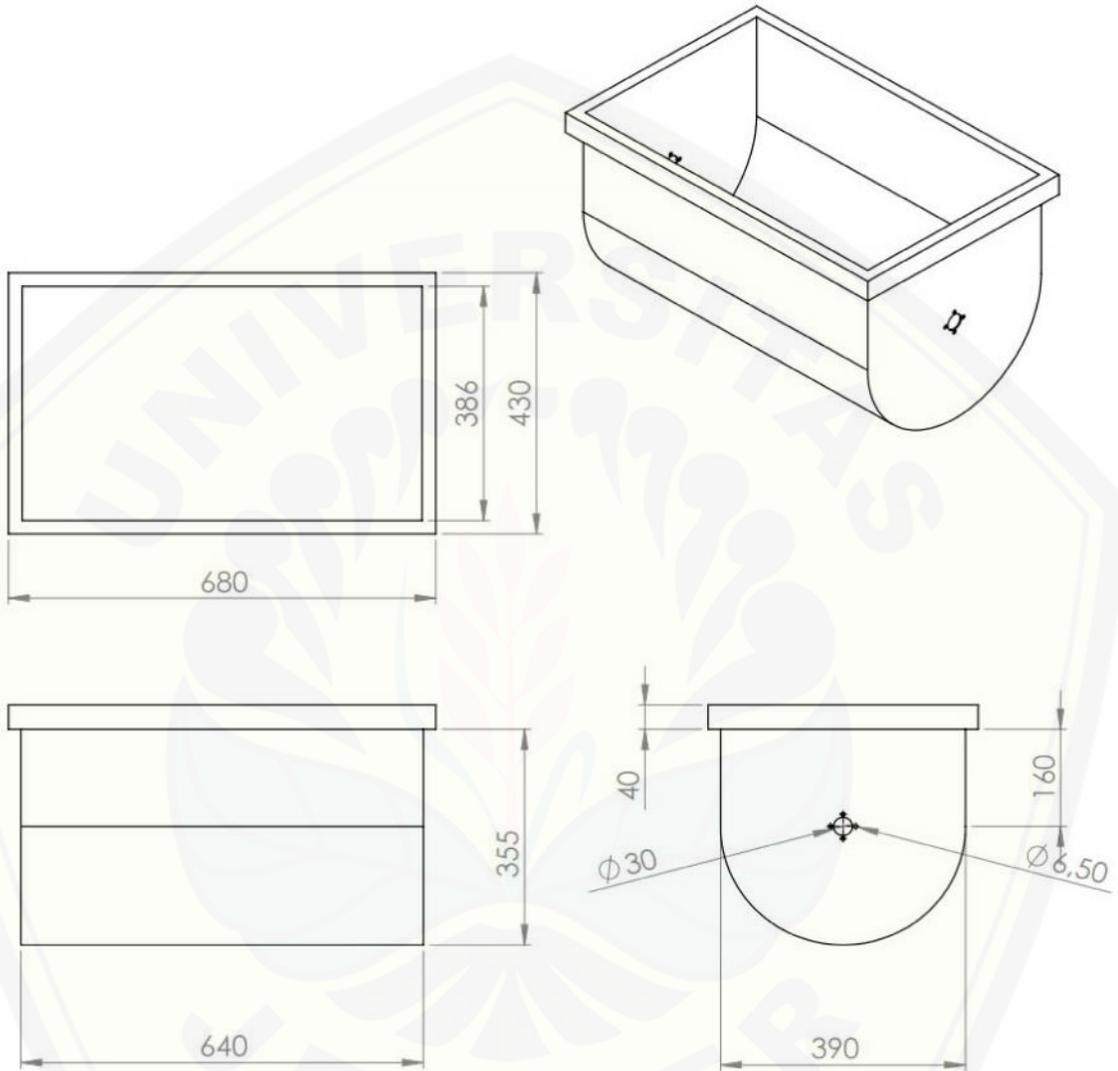
LAMPIRAN C. DESAIN DAN GAMBAR

Lampiran 1 Desain Gambar yang Direncanakan



Gambar C.1 Gambar Mesin Pengaduk Adonan Briket





 	SKALA : 1:10	DIGAMBAR : Joni .A	PERINGATAN :	
	SATUAN : mm	NIM : 14 - 06		
	TANGGAL : 6 JUNI 2017	DILIHAT :		
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	<b>TABUNG BRIKET</b>		002	A4



Gambar C.2 bahan rangka dan box



Gambar C.3 Proses penandaan dan pengukuran sebelum potong



Gambar C.4 Proses pemotongan plat untuk box



Gambar C.5 Pemotongan besi hollow bahan rangka



Gambar C.6 Proses pengelasan rangka



Gambar C.7 Proses pengeboran



Gambar C.8 Proses penekukan plat untuk drum/box



Gambar C.9 Rangka setelah di las



Gambar C.10 Box yang telah jadi



Gambar C.11 Proses pengecatan



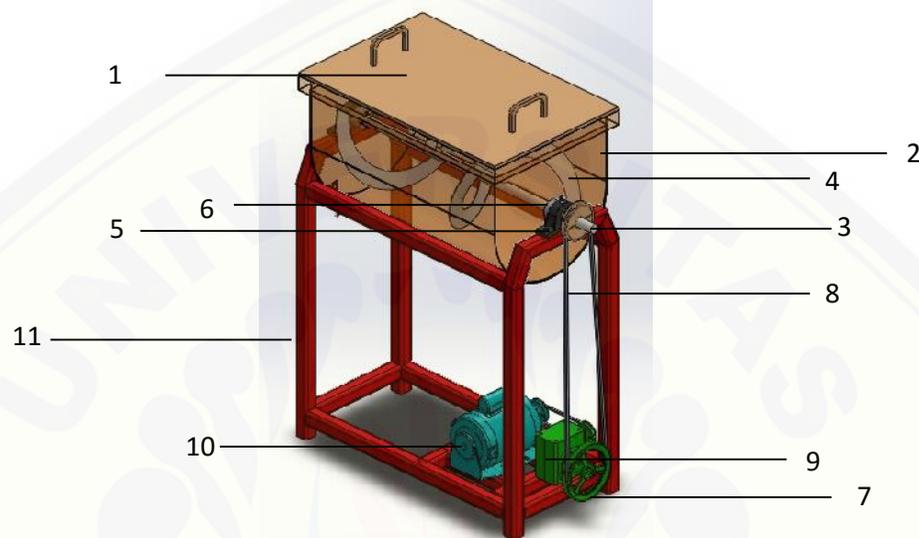
Gambar C.12 Hasil perakitan mesin pengaduk adonan briket



Gambar C.13 Hasil percobaan pengadukan

**SOP (Standart Operating Procedures)**

Berikut ini adalah desain dari mesin pengaduk adonan briket sekam arang:



Gambar a Mesin pengaduk adonan briket sekam arang

Keterangan :

1. Tutup drum pengaduk
2. Drum pengaduk
3. Poros Pengaduk
4. Sirip Pengaduk
5. Bantalan
6. Bushing
7. Pulley
8. Sabuk
9. Reducer
10. Motor Listrik
11. Rangka

Berikut merupakan langkah atau prosedur mengoperasikan mesin pengaduk adonan briket sekam arang untuk pengoperasian operator dengan posisi berdiri:

1. Siapkan bahan untuk adonan briket, yaitu sekam arang dan lem kanji encer dengan perbandingan 6 : 1;
2. Masukkan sekam arang kedalam mesin;
3. Hidupkan mesin dengan menekan saklar yang ada di mesin, nyalakan mesin pada posisi ON.
4. Biarkan sekam arang teraduk terlebih dahulu;
5. Masukkan lem kanji encer yang baru dimasak ke drum;
6. Tunggu adonan teraduk hingga 5-10 menit
7. Siapkan wadah untuk adonan yang sudah selesai diaduk.
8. Buka tutup drum, dan buka pengunci pada drum.
9. Tumpahkan adonan pada wadah, dan bersihkan sisa – sisa adonan yang masih menempel pada dinding dalam drum dan sirip pengaduk.
10. Cetak dan jemur adonan briket sekam arang.

**Teknik Perawatan / Pemeliharaan  
Mesin Pengaduk Adonan Briket Sekam Arang**

Perawatan / pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan kondisi awalnya (selalu dalam kondisi baik).

Berikut merupakan teknik perawatan / pemeliharaan mesin Pengaduk adonan briket sekam arang yakni;

1. Setelah menggunakan mesin pengaduk ini sebaiknya dicuci dan dibersihkan dengan air dan pada bagian sirip pengaduk dan drum;
2. Cek kondisi kekencangan baut dan mur tiap 1 atau 2 kali dalam sebulan. Jika ditemukan kerusakan maka segeralah diganti;
3. Cek kondisi motor tiap 3 bulan sekali. Apabila terjadi putaran yang susah atau berat pada poros maka perlu dilakukan perbaikan dan bila sudah tidak bisa menyala motor perlu diganti.