



**RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BIJI KAKAO DENGAN
MEKANISME *ROTARY*
(Bagian Statis)**

PROYEK AKHIR

Oleh

Robby Jauhari Irsyad

NIM 151903101012

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

2019



**RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BIJI KAKAO DENGAN
MEKANISME *ROTARY*
(Bagian Statis)**

PROYEK AKHIR

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

Oleh

Robby Jauhari Irsyad

NIM 151903101012

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

2019

PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini adalah hasil kerja keras dengan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayah yang telah diberikan, serta kepada Nabi Muhammad SAW.
2. Ibunda saya Cik'ani dan Ayah saya M. Busroh, terimakasih atas segala dukungan, pengorbanan, kasih sayang, nasehat, materi, dan doa yang senantiasa mengiringi perjuangan dan keberhasilan penulis. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua pengorbanan yang telah kalian lakukan.
3. Staf pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis, terutama Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan bapak Dr. M. Nurkoyim Kustanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota, serta bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. selaku dosen penguji II.
4. Semua bapak dan ibu pengajar dari Pendidikan TK, SD, SMP, MA dan seluruh civitas akademika Universitas Jember yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing dengan penuh kesabaran.
5. Kekasih saya Alfina Putri Yusanti yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
6. UKM Mahadipa tercinta yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta naungan kepada penulis sehingga menjadi pribadi yang lebih baik.
7. Seluruh kawan D3 dan S1 Teknik Mesin Universitas Jember, kawan Universitas Jember dan Perguruan Tinggi Lain, serta kawan Mapala Jember dan Mapala Lain yang telah memberikan kontribusi berupa tenaga dan fikiran.
8. Almamater tercinta Universitas Jember.

MOTTO

“Dan janganlah kamu merasa lemah, dan jangan pula bersedih hati, sebab kamu paling tinggi derajatnya, jika kamu orang yang beriman”

(QS. Al Imran : 139)

“Kampusmu adalah kampusmu, tetap yang terbaik. Orang-orang harus tau. Semuanya adalah romantisme sisanya adalah perjuangan”

(Pidi Baiq)

“Solidarity Forever”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Robby Jauhari Irsyad

NIM : 151903101012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kakao Dengan Mekanisme Rotary (Bagian Statis)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 15 November 2019

Yang menyatakan,

Robby Jauhari Irsyad
NIM. 151903101012

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN PENERING BIJI KAKAO
DENGAN MEKANISME *ROTARY*
(Bagian Statis)**

Oleh

Robby Jauhari Irsyad

NIM 151903101012

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. M. Nurkoyim Kustanto, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Proyek Akhir berjudul “*Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme Rotary (Bagian Statis)*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Jumat, 15 November 2019

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing I

Pembimbing II

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.

NIP. 19700228 199702 1 001

Dr. M. Nurkoyim Kustanto, S.T., M.T.

NIP. 19691122 199702 1 001

Penguji I

Penguji II

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.

NIP. 19600812 199802 1 001

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.

NIP. 19691201 199602 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Dr., Ir., Entin Hidayah, M.U.M.

NIP. 19661251 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme Rotary (Bagian Statis); Robby Jauhari Irsyad, 151903101012; 2019; 77 halaman; Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan tumbuhan yang berasal dari Amerika Selatan. Di Indonesia terdapat dua jenis tanaman kakao yang dibudidayakan yaitu jenis kakao mulia (edel) dan kakao bulk, untk kualitasnya sendiri kakao edel lebih unggul dibandingkan dengan kakao bulk. Dari tanaman kakao yang biasa dimanfaatkan biji kakao yang diolah menjadi coklat salah satu prosesnya adalah dengan proses pengeringan yang bertujuan untuk menghentikan proses oksidasi pada biji kakao, dan untuk meningkatkan kualitas.

Produk olahan biji kakao di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai bubuk coklat unuk bahan campuran kue, minuman, maupun campuran bahan lainnya. Keterbatasan metode pengeringan secara tradisional mempengaruhi produksi dan kualitas biji kakao. Berdasarkan hal tersesbut maka dalam Proyek Akhir ini dilakukan perancangan dan pembuatan mesin pengering biji kakao yang diharapkan mampu memiliki kualitas setara dengan pabrik.

Mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary* merupakan alat yang berfungsi untuk mengeringkan biji kakao setelah mengalami proses fermentasi untuk meningkatkan aroma dan cita rasa. Prinsip kerja dari mesin ini adalah mengurangi kadar air yang terkandung dalam biji kakao dengan pemanasan didalam tabung silinder yang berputar. Tabung silinder sebagai wadah biji kakao yang dikeringkan diputar dengan motor listrik yang diatur sedemikian rupa dengan putaran lambat supaya biji kakao kering secara merata. Pemanas yang digunakan pada mesin ini adalah kompor yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga mampu menghasilkan nyala api yang konstan dalam pengeringan. Pengeringan dilakukan selama ± 1 jam dengan suhu dalam tabung antara 60-80°C agar rasa dan kandungan biji kakao memiliki kualitas yang baik. Produk dari mesin ini dikeluarkan melalui lubang pada silinder tabung yang menuju penampung dan siap untuk diolah.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga Proyek Akhir ini dapat tersusun sesuai dengan yang diharapkan. Penulis menyusun Proyek Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Selain itu penulis berharap agar Proyek Akhir yang telah tersusun ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

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

1. Ibunda saya Cik'ani yang selalu memberikan do'a serta dukungan baik dalam bentuk fisik maupun non fisik kepada penulis. Penulis bukanlah apa-apa tanpamu Ibunda tersayang.
2. Ayah saya M. Busroh yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan kepada penulis serta memeberi pembelajaran tentang artinya kehidupan.
3. Kakek dan Nenek saya yang selalu mendo'akan dan memberi motivasi berupa cerita-cerita perjuangan di masa lalu serta tak lupa juga dukungan dari saudara dan keluarga besar penulis.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
5. Ketua Jurusan Teknik Mesin bapak Hari Arbiantara B., S.T., M.T., Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Universitas Jember atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
6. Bapak Ir. Digdo Listyadi S, M.Sc. selaku Komisi Bimbingan Program Studi DIII Teknik Mesin Universitas Jember, bapak R. Koekoeh KW, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah.
7. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan bapak Dr. Nurkoyim Kustanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing

Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian kepada penulis selama penyusunan proyek akhir ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

8. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran kepada penulis selama penyusunan proyek akhir ini.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan kritikan kepada penulis.
10. Seluruh Warga Mesin khususnya D3 Teknik Mesin Universitas Jember yang telah banyak membantu sejak awal perkuliahan.
11. Seluruh anggota UKM Mahadipa Fakultas Teknik Universitas Jember tercinta yang telah menemani dalam suka duka selama kuliah.
12. Seluruh kawan MA Amanatul Ummah yang selalu memberi motivasi kepada penulis.
13. Kekasih saya Alfina Putri Yusanti yang sudah menemani penulis dan selalu memberi motivasi dan semangat.
14. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan semua.

Terimakasih atas semua kontribusi yang diberikan.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, penulis berusaha semaksimal mungkin agar Proyek Akhir yang disusun ini menjadi sempurna tanpa adanya satu kekurangan apapun juga. Namun tidak menutup kemungkinan bagi pembaca yang akan memberikan kritik maupun saran tentu saja akan penulis pertimbangkan.

Jember, 15 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN BIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Kakao	4
2.2 Kakao	5
2.3 Karakteristik Biji Kakao	6
2.4 Pengolahan Biji Kakao	7
2.4.1 Fermentasi Biji Kakao	7
2.4.2 Pencucian Biji Kakao	8
2.4.3 Pengeringan Biji kakao.....	8

2.4.4 Tempering Biji Kakao	10
2.4.5 Pengemasan dan Penyimpanan	10
2.5 Mesin Pengering Biji Kakao	11
2.6 Perencanaan Kerangka	12
2.6.1 Perencanaan Beban Terpusat	12
2.6.2 Bahan Kerangka	15
2.7 Perencanaan Pengelasan	17
2.7.1 Metode Pengelasan	17
2.7.2 Kampuh Las	17
2.7.3 Mampu Las	18
2.7.4 Perhitungan Kekuatan Las	18
2.8 Perencanaan Baut dan Mur	19
2.9 Proses Manufaktur	22
2.9.1 Pengukran	22
2.9.2 Penggoresan	23
2.9.3 Penitik	23
2.9.4 Gergaji Tangan	23
2.9.5 Gerinda	24
2.9.6 Toolset	24
2.10 Proses Permesinan	24
2.10.1 Pengeboran	24
2.10.2 Penggerindaan	25
2.11 Perencanaan Silinder dan <i>Cover</i> Silinder	25
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Alat dan Bahan	26
3.1.1 Alat	26
3.1.2 Bahan	26
3.2 Waktu dan Tempat	27
3.2.1 Waktu	27
3.2.2 Tempat	27
3.3 Metode Penelitian	27

3.2.1 Studi Literatur	27
3.3.2 Studi Lapangan	27
3.3.3 Konsultasi	27
3.4 Metode Pelaksanaan.....	28
3.4.1 Pencarian Data	28
3.4.2 Studi Pustaka	28
3.4.3 Perencanaan dan Perancangan	28
3.4.4 Proses Pembuatan	28
3.4.5 Proses Perakitan.....	29
3.4.6 Pengujian Rangka dan Alat	29
3.4.7 Penyempurnaan Alat.....	29
3.4.8 Pembuatan Laporan	29
3.5 Flow Chart	30
BAB 4. PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan	31
4.1.1 Cara Kerja Mesin.....	32
4.2 Hasil Perancangan Kerangka	33
4.3 Hasil Perancangan Kolom.....	33
4.4 Hasil Perancangan Las	34
4.5 Hasil Perancangan Baut dan Mur.....	34
4.6 Hasil Manufaktur	35
4.6.1 Pemotongan	35
4.6.2 Pengeboran	35
4.6.3 Pengelasan	35
4.6.4 Perakitan	36
4.7 Hasil Pengujian Kerangka dan Pembahasan	36
4.8 Hasil Pengujian Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme <i>Rotary</i>	37
BAB 5. PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

A. LAMPIRAN PERHITUNGAN	43
A.1 Berat Komponen Mesin	43
A.2 Perencanaan Batang Penumpu Beban Terpusat.....	44
A.3 Bidang Geser (F).....	45
A.4 Bidang Momen (M)	46
A.5 Menentukan Momen Inersia	47
A.6 Perancangan Kolom	50
A.7 Perhitungan Las	50
A.8 Perencanaan Baut dan Mur	53
A.9 Proses Pengeboran	56
B. LAMPIRAN TABEL	58
C. LAMPIRAN GAMBAR	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan Kakao Mulia dan Kakao Lindak	5
Tabel 2.2 Standar Nasional Indonesia Biji Kakao	6
Tabel 2.3 Penentuan Garis Normal	13
Tabel 2.4 Perhitungan Inersia	14
Tabel 2.5 Macam-macam Profil Kerangka	15
Tabel 2.6 Kekuatan Bahan	16
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kerangka, Baut dan Mur serta Las Secara Visual	37
Tabel B.1 Sifat-sifat Mekanis	58
Tabel B.2 Konversi dari Satuan yang Biasa di AS ke Satuan Konversi	59
Tabel B.3 Massa Jenis Bahan (q).....	60
Tabel B.4 Tegangan yang Diizinkan untuk Sambungan Las Konstruksi Baja Menurut DIN 4100	60
Tabel B.5 Tekanan Permukaan yang Diizinkan pada Ulir.....	61
Tabel B.6 Faktor-faktor Koreksi Daya yang akan Ditransmisikan.....	61
Tabel B.7 Ukuran Standart Ulir Halus Metris	61
Tabel B.8 Ukuran Standart Ulir Kasar Metris	62
Tabel B.9 Feeding untuk Pengeboran Baja Menggunakan Mata Bor Baja Kecepatan Tinggi.....	63
Tabel B.10 Tingkat Pemesinan Pada Kecepatan Potong, Tergantung pada Tingkat Karakter Mekanik dari Baja (Pahat Baja Kecepatan Tinggi).....	64
Tabel B.11 Kecepatan Potong untuk Baja Karbon dan Baja dengan Mata Bor Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Menggunakan Cairan Pendingin (Bagian Pertama).....	65
Tabel B.12 Kecepatan Potong untuk Baja Karbon dan Baja dengan Mata Bor Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Menggunakan Cairan Pendingin (Bagian Kedua)	66
Tabel B.13 Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak (AWS A5.1-64T).....	67

Tabel B.14 *Cutting Speed* untuk Mata Bor68

Tabel B.15 Kecepatan Pemakanan (*Feeding*).....68



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kakao	4
Gambar 2.2 Proses Fermentasi Biji Kakao	7
Gambar 2.3 Proses Pengeringan Menggunakan Mesin Pengering	9
Gambar 2.4 Mesin Pengering Biji Kakao	11
Gambar 2.5 Kerangka	12
Gambar 2.6 Profil Siku Sama Kaki.....	13
Gambar 2.7 Profil siku L.....	16
Gambar 2.8 Mistar baja.....	22
Gambar 2.9 Penggores	23
Gambar 2.10 Penitik.....	23
Gambar 2.11 Gergaji tangan	23
Gambar 2.12 Gerinda	24
Gambar 2.13 Toolset.....	24
Gambar 2.14 Penggerindaan Benda Kerja	25
Gambar 3.1 Flow Chart Perancangan Dan Pembuatan Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme <i>Rotary</i>	30
Gambar 4.1 Desain Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme <i>Rotary</i>	31
Gambar 4.2 Kerangka Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme <i>Rotary</i> ..	33
Gambar 4.3 Buah Kakao Sebelum Diproses.....	38
Gambar 4.4 Proses Pemisahan Biji Kakao.....	38
Gambar 4.5 Proses Pencucian Biji Kakao.....	38
Gambar 4.6 Proses Penjemuran Biji Kakao	39
Gambar 4.7 Biji Kakao Setelah Dijemur	39
Gambar 4.8 Penimbangan Biji Kakao Basah	39
Gambar 4.9 Biji Kakao Dalam Tabung Silinder	39
Gambar 4.10 Perapian pada Proses Pengeringan	40
Gambar 4.11 Mesin Setelah Proses Pengeringan.....	40
Gambar 4.12 Biji Kakao Setelah Proses Pengeringan	40

Gambar 4.13 Penimbangan Biji Kakao Kering.....	40
Gambar A.1 Kerangka	44
Gambar A.2 Perencanaan Gaya Batang F-G.....	44
Gambar A.3 Potongan I Bidang Geser.....	45
Gambar A.4 Potongan II Bidang Geser	46
Gambar A.5 Potongan I Bidang Momen.....	46
Gambar A.6 Potongan II Bidang Momen	46
Gambar A.7 Diagram Bidang Geser Dan Bidang Momen	47
Gambar A.8 Penampang Besi Siku.....	47
Gambar A.9 Penampang Kampuh Las.....	51
Gambar C.1 Desain Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme <i>Rotary</i>	69
Gambar C.2 Kunjungan Pabrik Pengolahan Kakao	69
Gambar C.3 Lokasi Pabrik Pengolahan Kakao PTPN XII Kendenglembu	70
Gambar C.4 Proses Fermentasi Biji Kakao.....	70
Gambar C.5 Proses Pejemuran Biji Kakao	70
Gambar C.6 Proses Penyortiran Biji Kakao.....	71
Gambar C.7 Refrensi Mesin Pengering	71
Gambar C.8 Pengumpulan Alat dan Bahan	71
Gambar C.9 Proses Pengukuran Besi.....	72
Gambar C.10 Proses Pemotongan Besi.....	72
Gambar C.11 Proses Pengukuran Plat	72
Gambar C.12 Proses Pemotongan Plat.....	73
Gambar C.13 Proses Pengeboran (<i>Drilling</i>)	73
Gambar C.14 Proses Pengelasan (<i>Welding</i>).....	73
Gambar C.15 Proses Pemasangan Bearing dan Poros	74
Gambar C.16 Proses Pemasangan Tabung Slinder	74
Gambar C.17 Kompor Stik	74
Gambar C.18 Proses Pemasangan Clamp Pengunci Tutup Tabung	75
Gambar C.19 Pengujian Pengeringan Biji Kakao.....	75
Gambar C.20 Hasil Pengujian Biji Kakao	75
Gambar C.21 Pengujian Kompor Stik	76

Gambar C.22 Proses Pemasangan Motor Listrik	76
Gambar C.23 Proses Pemasangan Sproket dan Rantai	76
Gambar C.22 Proses Pengecatan Mesin.....	77
Gambar C.23 Hasil Akhir Mesin Pengering Biji Kakao Mekanisme <i>Rotary</i>	77



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kakao sebagai komoditas perkebunan unggulan yang tersebar hampir di seluruh provinsi di Indonesia. Luas area tanaman kakao Indonesia tahun 2017 mencapai 1.691.334 Ha dan menempatkan Indonesia nomor 3 sebagai negara penghasil kakao terbesar di dunia. Terdapat banyak wilayah penghasil kakao tersebar di Indonesia, salah satunya di Banyuwangi. Banyuwangi merupakan salah satu penyumbang kakao terbaik di Indonesia. Kakao di Banyuwangi terkenal atas kualitas dan kelezatannya. Perkebunan kakao di Banyuwangi dikelola oleh PT Perkebunan Nusantara XII (PTPN XII) yang terdapat di Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

Kakao merupakan pohon yang berasal dari Amerika Selatan. Pohon ini memiliki tinggi yang beragam sesuai dengan usia dari pohon kakao itu sendiri. Akan tetapi tinggi kakao sengaja dijaga agar tidak lebih dari 5 meter melalui peremajaan tanaman untuk memperbanyak dahan dengan harapan mampu meningkatkan produktivitas buah kakao. Dewasa ini, meskipun produktivitas kakao mampu diatasi melalui peremajaan namun mutu kakao cenderung rendah. Rendahnya mutu biji kakao disebabkan oleh pengolahan yang kurang baik terutama pada saat pengeringan.

Saat ini, ada dua cara untuk mengeringkan kakao hingga kakao dapat dijual ke penampung (gudang). Pertama, dengan menjemur kakao di bawah sinar matahari selama sehari dengan kondisi tanpa mendung untuk menghilangkan lendir pada biji kakao. Pengeringan kakao dengan cara ini dirasa kurang efektif dikarenakan memakan waktu yang cukup lama ditambah lagi apabila cuaca tidak mendukung. Kedua, biji kakao dikeringkan langsung menggunakan alat pengering kakao tanpa dijemur di bawah terik matahari. Cara pengeringan yang kedua ini cukup menjanjikan karena pengeringan kakao dengan cara ini tidak tergantung dengan cuaca yang sedang terjadi. Namun demikian pengeringan cara kedua ini

kurang efektif karena proses pengeringan biji kakao harus dibolak-balik menggunakan skop atau kayu agar biji kakao kering secara merata serta untuk menghilangkan lendir yang dihasilkan oleh biji kakao tersebut. Oleh sebab itu perlu adanya inovasi mengenai desain alat pengering kakao skala industri kecil.

Berdasarkan hal tersebut perlu adanya perancangan serta analisis alat pengering biji kakao dengan sistem *rotary* yang sesuai dengan kebutuhan agar pengeringan kakao menjadi lebih sempurna.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam Proyek Akhir ini adalah bagaimana merancang kerangka mesin pengering biji kakao menggunakan mekanisme *rotary* dengan kuat agar mampu menahan beban dari seluruh komponen mesin agar dapat menghasilkan biji kakao yang berkualitas.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak memperluas pembahasan maka perlu adanya batasan masalah dalam penulisan laporan. Batasan masalah yang ada pada laporan ini adalah sebagai berikut:

- a. Perencanaan kerangka.
- b. Perencanaan sambungan las.
- c. Perencanaan mur dan baut.
- d. Proses permesinan.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah merancang dan membuat mesin pengering biji kakao (bagian statis) menggunakan mekanisme *rotary* dengan kerangka yang kuat agar mampu menahan beban dari seluruh komponen mesin.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari Proyek Akhir ini adalah:

a. Bagi Mahasiswa

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

b. Bagi Perguruan Tinggi

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

c. Bagi Masyarakat

- 1) Menghemat waktu pengeringan dalam produksi skala rumah tangga.
- 2) Mengurangi ketergantungan masyarakat pada pabrik.
- 3) Menumbuhkan kemandirian masyarakat agar mampu mengolah biji kakao yang dihasilkan oleh perkebunan yang telah dimiliki.
- 4) Sebagai salah satu proses pengawetan dan mempertahankan mutu baik dari biji kakao.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan tumbuhan berwujud pohon yang berasal dari Amerika Selatan. Kakao merupakan tumbuhan tahunan (*perennial*) berbentuk pohon, di alam dapat mencapai ketinggian 10 meter. Meskipun demikian, dalam pembudidayaan tingginya dibuat tidak lebih dari 5 meter, tetapi dengan tajuk menyamping yang meluas. Hal ini dilakukan untuk memperbanyak cabang produktif (Wikipedia).

Kakao termasuk tanaman perkebunan berumur tahunan. Tanaman tahunan ini dapat mulai memproduksi sekitar umur 3-4 tahun. Buah kakao berbentuk elip dengan panjang 15 cm hingga 20 cm, biji dan daging kakao dibelah menjadi dua maka susunan biji kakao dan dagingnya akan terlihat seperti membentuk bunga (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Kakao

Kakao terbaik berada di Indonesia, namanya kakao edel. Jenis kakao dengan kualitas terbaik di dunia ini bisa ditemukan di Indonesia, salah satunya di Kabupaten Banyuwangi, Kecamatan Glenmore dan di Kecamatan Panti, Kabupaten Jember yang dikelola oleh PT Perkebunan Nusantara (PTPN) XII. Kakao edel disebut juga fine cacao atau kakao mulia.

Selain kakao edel, PTPN XII juga memproduksi kakao jenis bulk yang kualitasnya tidak sebagus edel. Kakao bulk banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk cokelat bubuk atau blok. Kakao edel, jenis kakao ini memerlukan teknik budidaya yang intensif. Dibandingkan kakao lain, budidaya edel membutuhkan

perlakuan khusus. Kakao edel memiliki kualitas terbaik karena asalnya yang merupakan persilangan dari beberapa varietas kakao.

Kakao merupakan salah satu tanaman yang bijinya dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan minuman, campuran gula-gula dan beberapa jenis makanan lainnya. Kandungan lemak biji kakao yang tinggi membuat biji kakao juga dapat diolah menjadi mentega kakao, sabun, parfum dan obat-obatan dan jika diusahakan secara baik dapat memproduksi tinggi serta menguntungkan secara ekonomis.

Ketika kakao dikeluarkan dari kulit buah, biji diselubungi oleh lendir putih atau *pulp*. *Pulp* pada mulanya steril, tetapi dengan adanya gula dan keasaman yang tinggi yang mengandung asam sitrat membuat kondisi ini cukup ideal bagi mikroorganisme sehingga biji kakao dapat terkontaminasi akibat adanya aktivitas lalat, lalat buah, dan kontaminasi langsung dari kotak fermentasi. Selain itu, adanya *pulp* membuat pengusaha kerepotan membolak-balik biji kakao agar tidak menempel saat proses pengeringan (Wahyudi, dkk. 2008).

2.2 Kakao

Komoditi kakao secara garis besar terbagi atas 2, yaitu: kakao mulia (*edel cacao*) dan kakao lindak (*bulk cacao*) (Tabel 2.1). Terbaginya jenis kakao ini disebabkan oleh adanya perbedaan dari sifat fisik dan kimia pada masing-masing kakao (Wikipedia).

Tabel 2.1 Perbedaan kakao mulia dan kakao lindak

Kakao Mulia (<i>edel</i>)	Kakao Lindak (<i>bulk</i>)
Bentuk buah bulat telur sampai lonjong	Bentuk buah bulat telur sampai lonjong
Warna buah merah muda	Warna buah hijau muda
Biji besar dan bulat	Biji gepeng dan kecil
Berat kering biji > 1.2 gram	Berat biji kering rata-rata 1 gram
Warna kotiledon dominan putih	Warna kotiledon dominan ungu
Kandungan lemak biji < 56%	Kandungan lemak biji >56%
Ukuran dan biji homogen	Ukuran dan berat biji heterogen
Aroma dan rasa lebih baik	Aroma dan rasa kurang

Buah tumbuh dari bunga yang diserbuki. Ukuran buah jauh lebih besar dari bunganya, dan berbentuk bulat hingga memanjang. Buah terdiri dari 5 daun buah dan memiliki ruang dan di dalamnya terdapat biji. Warna buah berubah-ubah. Sewaktu muda berwarna hijau hingga ungu. Apabila masak kulit luar buah biasanya berwarna kuning. Biji terangkai pada plasenta yang tumbuh dari pangkal buah, di bagian dalam. Biji dilindungi oleh selaput biji (kulit ari) lunak berwarna putih. Dalam istilah pertanian disebut *pulp* (Wikipedia).

2.3 Karakteristik Biji Kakao

Karakteristik fisik biji kakao berpengaruh terhadap hasil yang akan diperoleh oleh pabrik coklat. Karakteristik yang sangat diperhatikan adalah kadar air, berat biji, dan kadar kulit, karena sifat fisik tersebut saling berkaitan satu sama lain (Wahyudi, dkk. 2008).

Kadar air merupakan sifat yang sangat penting karena berpengaruh terhadap randemen hasil (*yield*), daya tahan biji kakao terhadap kerusakan terutamanya saat penggudangan dan pengangkutan. Standar kadar air biji kakao mutu ekspor adalah 6 - 7%. Namun demikian di Indonesia telah menerapkan suatu standar untuk biji kakao seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.2 dimana kadar air maksimal sebesar 7,5%. Biji kakao dengan kadar air tinggi, rentan terhadap serangan jamur dan serangga, sehingga menimbulkan kerusakan cita-rasa dan aroma dasar yang tidak dapat diperbaiki pada proses berikutnya, sedang jika kadar air terlalu rendah biji kakao cenderung menjadi rapuh (Azis, 1996).

Tabel 2.2 Standar Nasional Indonesia Biji Kakao (SNI 01-2323-2008)

No,	Karakteristik	Mutu I	Mutu II	Sub Standar
1	Kadar air, %(b/b)maks	7.5	7.5	>7.5
2	Berjamur, %(b/b)maks	3	4	>4
3	Takterfementasi, %(b/b)maks	3	8	>8
4	Berserangga, hampa, berkecambah	3	6	>6
5	Biji pecah, %(b/b)maks	3	3	>6
6	Benda asing, %(b/b)maks	0	0	0
7	Kemasaman kg.netto/karung	62.5	62.5	62.5

2.4 Pengolahan Biji Kakao

Untuk mendapatkan harga jual yang tinggi, biji kakao yang telah dipanen harus segera diolah. Pengolahan pasca panen biji kakao yang benar dilakukan dengan tahapan-tahapan yang mampu menjaga mutu biji agar tetap optimal. Tahapan-tahapan pengolahan pasca panen kakao tersebut antara lain fermentasi, pencucian, pengeringan, sortasi, pengemasan, dan penyimpanan.

2.4.1 Fermentasi Biji Kakao

Fermentasi adalah proses terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi serta terjadi pengubahan substrat menjadi produk baru oleh mikroba. Tahapan pertama yang dilakukan pada pengolahan pasca panen kakao adalah fermentasi biji. Fermentasi dilakukan untuk meluruhkan lendir (*pulp*) yang terdapat pada kulit biji sehingga setelah dikeringkan, biji kakao menjadi lebih beraroma dan bercitarasa kuat. Fermentasi juga dapat meningkatkan mutu biji kakao sehingga kadar air, kadar jamur, dan kadar kulit biji semakin rendah.

Fermentasi dilakukan dengan meletakkan biji-biji kakao segar ke dalam kotak kayu yang sudah dilubangi bagian bawahnya. Lubang di dasar kotak dibuat dengan diameter 1 cm pada setiap jarak 10 cm. Lubang ini berfungsi sebagai jalan keluar masuknya oksigen, karbondioksida, dan air yang dihasilkan dari proses fermentasi (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Fermentasi biji kakao

Tumpukan biji di dalam kotak ditutup menggunakan karung goni atau penutup lainnya. Selama proses fermentasi, tumpukan biji kakao di aduk setiap

satu hari sekali agar panas yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat merata. Lama fermentasi biji kakao adalah antara 6-7 hari.

2.4.2 Pencucian Biji Kakao

Setelah difermentasi, biji-biji kakao lalu dicuci menggunakan air bersih. Pencucian dilakukan agar bentuk biji lebih bagus, warna kulit biji lebih mengkilap, kadar kulit biji lebih rendah, dan biji lebih tahan serangan jamur dan serangga selama penyimpanan.

Pencucian biji dapat dilakukan dengan tenaga manusia atau dengan mesin cuci kakao. Jika dengan tenaga manusia, pencucian dilakukan dengan menggosok-gosok atau mengaduk-aduk biji dalam ayakan bambu. Sedangkan jika dengan bantuan mesin cuci biji kakao, pencucian dilakukan secara otomatis dengan meletakkan biji hasil fermentasi ke dalam mesin. Kapasitas mesin ini rata-rata 2 ton biji segar per jamnya sehingga hanya cocok untuk pengolahan biji kakao skala besar.

2.4.3 Pengeringan Biji Kakao

Pengeringan merupakan pemisahan antara zat cair dan zat padat pada suatu bahan tertentu untuk mengurangi kandungan zat cair dengan menguapkan bahan tersebut sampai suatu nilai yang telah ditentukan. Pengeringan biasanya merupakan proses terakhir dari sederetan suatu operasi, dan hasilnya siap untuk dikemas. Adapun tujuan pengeringan antara lain:

1. Agar produk dapat disimpan lebih lama
2. Mempertahankan daya fisiologik bahan
3. Mendapatkan kualitas yang lebih baik
4. Menghemat biaya pengangkutan

Proses pengeringan terjadi karena adanya perbedaan kandungan uap air antara udara dan bahan yang hendak dikeringkan. Secara mekanis pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode pengeringan yaitu:

1. *Continuous drying*

Suatu pengeringan bahan dimana pemasukan dan pengeluaran bahan dilakukan terus menerus tanpa mematikan mesin pengering.

2. *Batch drying*

Suatu pengeringan dimana bahan dimasukkan ke alat pengering sampai bahan mengering. Selanjutnya mesin dimatikan atau dalam posisi *off* dan bahan dikeluarkan dari alat pengering, kemudian baru dimasukkan bahan yang berikutnya dan proses dilakukan secara berulang.

Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air biji yang awalnya 60% menjadi sekitar 6-7%. Kadar air yang demikian membuat kualitas biji tidak akan menurun selama proses penyimpanan maupun pengangkutan. Pengeringan dapat dilakukan dengan menjemur biji di bawah terik matahari, menggunakan alat pengering (dryer) (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Proses pengeringan menggunakan mesin pengering

Saat musim hujan atau pada daerah yang penyinaran matahari tidak optimal, pengeringan biji sebaiknya dilakukan dengan bantuan mesin pengering. Dengan alat ini pengeringan dapat dilakukan lebih cepat, pengeringan dengan mesin pengering selama 40 jam efektif pada suhu 50-60 derajat Celcius, akan diperoleh biji dengan kadar air 7% yang sudah siap simpan.

2.4.4 Tempering Biji Kakao

Setelah pengeringan selesai dilakukan, biji yang diperoleh sebaiknya ditempering lebih dahulu sebelum disortasi dan dikemas. Tempering adalah proses penyesuaian suhu biji dengan suhu udara sekitar yang dilakukan dengan meletakkan biji hasil pengeringan di tempat terbuka selama minimal 5 jam. Tempering diperlukan agar biji tidak mengalami kerusakan pada tahapan kegiatan berikutnya.

2.4.5 Pengemasan dan Penyimpanan

Sortasi dilakukan untuk mengelompokkan biji berdasarkan penampakan fisik dan ukuran bijinya. Biji-biji kakao kualitas ekspor (standar AA) dipisahkan dari biji kualitas sedang (standar A dan B) dan kualitas rendah (standar C dan S). Biji-biji ini dipisahkan karena masing-masing standar memiliki nilai jual yang berbeda.

Selama sortasi, segala macam kotoran harus dibuang agar tidak terikut dalam penyimpanan. Kotoran-kotoran tersebut antara lain serpihan kulit buah, kerikil, potongan kayu, logam, dan berbagai jenis benda asing lainnya.

Setelah disortir, biji-biji kering tadi kemudian dikemas dalam karung goni. Satu karung goni umumnya hanya menampung tidak lebih dari 60 kg. Setiap karung diberi label yang menunjukkan jenis mutu dan identitas produsen (kebun atau koperasi, perusahaan).

Karung-karung tersebut kemudian disimpan atau dapat langsung dijual. Jika disimpan, karung-karung harus ditumpuk dalam gudang yang bersih, memiliki ventilasi udara, dan jauh dari benda-benda beraroma tajam seperti bensin, solar, atau sampah organik. Penumpukan karung di dalam gudang tidak boleh lebih dari 5 tumpukan agar biji kakao yang ada di dalam karung paling bawah tidak pecah.

Penumpukan karung yang berisi biji kakao harus diberi alas kayu setinggi 10 cm agar biji tidak langsung bersentuhan dengan lantai. Jarak karung dengan dindingpun diusahakan bersela minimal 15 cm. Hal ini bertujuan agar mutu biji dalam karung tidak rusak akibat kelembaban yang tinggi.

2.5 Mesin Pengering Biji Kakao

Selama ini, proses pengeringan biji kakao dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengeringan secara alami yaitu dengan memanfaatkan sinar matahari dan dengan menggunakan mesin pengering. Kedua cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pada proses pengeringan biji kakao menggunakan sinar matahari, kelebihannya adalah tidak memerlukan biaya untuk pengeringannya. Kekurangan pada cara ini adalah jika saat musim penghujan tiba maka akan sulit sekali mendapatkan sinar matahari sehingga memerlukan waktu yang lama untuk mengeringkan biji kakao. Sedangkan pada proses pengeringan biji kakao menggunakan mesin pengering, kelebihannya adalah dapat sewaktu-waktu untuk melakukan pengeringan dan tidak dipengaruhi oleh cuaca (Gambar 2.4). Kekurangan pada cara ini adalah memerlukan biaya perawatan mesin serta untuk listrik yang digunakan.



Gambar 2.4 Mesin pengering biji kakao

Pada kesempatan ini, penulis akan membuat mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*. Sistem pemanas sendiri dibuat dari pipa besi sederhana yang ditempatkan pada cover silinder berbahan pelat tahan panas. Sementara itu silinder yang berfungsi sebagai penampung biji kakao dibuat dari pelat aluminium yang dapat mencegah terjadinya reaksi antara silinder dengan apa yang ada di dalamnya, sehingga biji kakao tetap aman untuk dikonsumsi.

2.6 Perencanaan Kerangka

2.6.1 Perencanaan Beban Terpusat

Perancangan kerangka dibuat seringkis mungkin untuk mengurangi beban yang berlebih pada kerangka, meski begitu segala aspek yang diperlukan dalam perancangan sebuah mesin tetap diperhitungkan. Karena pada dasarnya kerangka merupakan bagian utama suatu mesin yang menopang seluruh komponen mesin.

Kerangka dirancang untuk mendukung beban dalam bentuk tertentu dan yang terpenting dalam hampir semua kasus hanya mengalami deformasi jika mengalami pembebanan. Semua struktur teknik atau unsur struktural mengalami gaya eksternal atau pembebanan. Hal ini akan mengakibatkan gaya eksternal lain atau reaksi pada titik pendukung strukturnya (Todd, 1980).

Semua gaya yang bekerja pada benda dianggap bekerja pada titik benda tersebut, dan jika gaya-gaya ini tidak seimbang. Oleh karena itu agar sebuah sistem gaya dalam keseimbangan resultan semua gaya dan resultan semua momen terhadap suatu titik = 0, persyaratan yang harus dipenuhi adalah: $\Sigma F_y = 0$, $\Sigma F_x = 0$, dan $\Sigma M = 0$ (Todd, 1980).



Gambar 2.5 Kerangka

Batang penumpu beban terpusat yang direncanakan adalah batang E – H dan F – G sebagai penyangga poros dan silinder dalam (Gambar 2.5), dimana

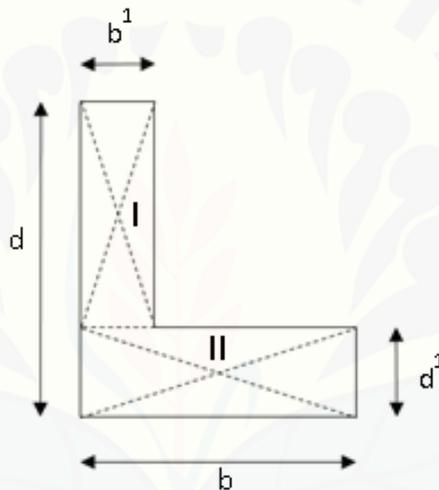
batang tersebut masing-masing menerima beban terpusat. Maka dapat diuraikan bahwa gaya-gaya yang terjadi seperti dibawah ini:

$$W1 + W2 = F$$

$F = \text{Berat silinder} + \text{poros} + \text{sproket 2} + \text{blok bearing} + \text{biji kakao} + \text{gaya tarik rantai}$

Karena gaya yang diberikan pada rangka ditumpu oleh batang E-H dan F-G, maka gaya yang terjadi dibagi setengahnya.

1) Menentukan momen inersia (profil siku sama kaki)



Gambar 2.6 Profil siku sama kaki (Todd, 1980)

Tabel 2.3 Penentuan Garis Normal (Todd, 1980)

Bidang	Luas Bidang	y_i	$A_i . y_i$
I	$b^1 . (d-d^1)$	$0,5 . d$	$A_1 . y_1$
II	$b . d^1$	$0,5 . d^1$	$A_2 . y_2$
	$\sum A_i$		$\sum A_i . y_i$

$$\hat{y} = \frac{\sum A_i . y_i}{\sum A_i} \dots \dots \dots (2.1)$$

Tabel 2.4 Perhitungan Inersia (Todd, 1980)

Bidang	δy_i	$A_i \cdot \delta y_i^2$	I_i
I	$y_1 - \bar{y}$	$A_1 \cdot \delta y_1^2$	$(b \cdot (d-d^1)^3)/12$
II	$y_2 - \bar{y}$	$A_2 \cdot \delta y_2^2$	$(b \cdot d^{1(3)})/12$
	$\sum \delta y_i$	$\sum A_i \cdot \delta y_i^2$	$\sum I_i$

$$I_{total} = \sum A_i \cdot \delta y_i^2 + \sum I_i \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- b = Lebar bidang (mm)
- d = Tinggi bidang (mm)
- A = Luas bidang (mm²)
- y_i = Tinggi bidang tengah (mm)
- \bar{y} = Garis normal (mm)
- δ = Massa benda (kg)
- I_i = Momen inersia (mm⁴)
- I_{total} = Momen inersia total (mm⁴)

2) Perhitungan dan pengecekan pada kerangka

Untuk mengetahui kuat atau tidaknya suatu struktur kerangka maka diperlukan perhitungan pengecekan tegangan yang terjadi pada rangka.

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

- σ = Tegangan normal maksimal pada rangka (kg.mm²)
- M = Momen Lentur maksimal (kg.mm²)
- I = Momen inersia total (mm⁴)
- C = Jarak dari titik pusat yang mendapat beban ke sisi luar (mm)

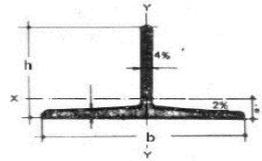
2.6.2 Bahan Kerangka

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

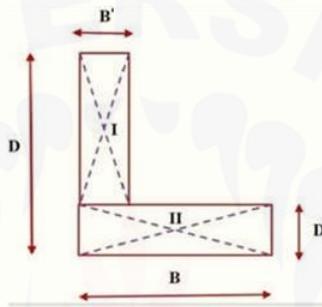
Tabel 2.5 Macam-macam profil kerangka (Shigley, 1999)

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

7. Baja profil berbentuk T dengan kaki lebih lebar



Dari beberapa macam profil kerangka di atas, maka dipilihlah profil siku St-37 untuk bahan kerangka mesin pengering biji kakao ini. Karena mempunyai sifat-sifat mekanis bahan yakni tegangan leleh (σ_m) = 120 MPa, tegangan batas (σ_u) = 140- 410 MPa, dan faktor keamanan (n) = 1,67 (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Profil siku L (Todd, 1980)

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

Tabel 2.6 Kekuatan bahan (Shigley, 1999)

Bahan	Tarik (MPa)	Tekan (MPa)	Geser (MPa)
Baja karbon tinggi	83-166	83-166	55-110
Baja karbon rendah	110-207	220-207	83-138
Baja cor	55-103	55-103	41-83
Besi cor	21-28	70-110	21-28

Pemilihan bahan rangka dipilih menggunakan bahan baja profil siku L. Langkah perancangan kerangka mesin pengering daun teh yaitu sebagai berikut:

- a. Menentukan kekuatan izin yang diizinkan ;

$$\sigma_{izin} = \sigma_u / n \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

σ_u = Tegangan batas bahan yang dipilih (MPa)

n = Faktor keamanan

b. Perhitungan dan pengecekan rangka

Untuk mengetahui kualitas kekuatan rangka, baik/tidaknya rangka maka diperlukan perhitungan pengecekan tegangan pada rangka dengan persamaan rumus 2.3

2.7 Perencanaan Pengelasan

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto,1996).

2.7.1 Metode Pengelasan

Berdasarkan klasifikasi ini, pengelasan 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 logam pengisi atau logam patri. Dalam cara ini logam pengisi selalu mempunyai titik cair yang lebih rendah dari logam induk,

2.7.2 Kampuh Las

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

- a. Pelat dengan ketebalan kurang dari sama dengan 2,5 mm dapat diletakkan tumpuk satu terhadap yang lain dan disambung dengan satu sisi.
- b. Pelat dengan ketebalan lebih dari sama dengan 2,5 mm dapat dilas dengan diberi ruang antara 1-5 mm dan las dua sisi sebaiknya terlebih dahulu diberi tepi miring pada pelat dengan jalan mengetam atau mengefrais atau dapat juga menggunakan dengan pembakar potong (proses persiapan tepi).

2.7.3 Mampu Las

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

- a. Sifat fisik dan sifat kimia bahan untuk bagian hendak dilas termasuk cara pengelasan, metode pemberian bentuk, dan perlakuan panas.
- b. Tebal bagian yang hendak disambung, dimensi dan kekuatan konstruksi yang hendak dibuat serta teknologi metode las yaitu sifat dan susunan elektroda, urutan pengelasan, perlakuan panas yaitu sebelum dan sesudah pengelasan.

2.7.4 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).

- a. Menentukan momen lentur

$$Mb = F \cdot y \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

Mb = momen lentur (N.mm)

F = gaya (N)

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

b. Menentukan tegangan normal dalam kampuh

$$\sigma' = \frac{M_b}{I_{tot}} \cdot y \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

σ' = Tegangan normal

M_b = Momen lentur (N.mm)

I_{total} = Momen inersia (mm⁴)

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

c. Menentukan tegangan geser dalam kampuh

$$\tau' = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

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

F = Gaya (F)

A = Luas penampang kampuh (mm²)

d. Menentukan resultan

$$\sigma v = \sqrt{(\sigma')^2 + [1,8(\tau')^2]} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

σv = Tegangan resultan (N/mm²)

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

e. Pengujian persyaratan kekuatan las

$$\sigma v' < \sigma' \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

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

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

2.8 Perencanaan Baut dan Mur

Baut dan mur adalah elemen pengikat yang sangat penting untuk menyatukan komponen-komponen atau elemen mesin lainnya. Pemilihan baut dan mur harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan kebutuhan.

Baut dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya baut segi empat yang

memiliki bentuk kepala persegi empat, baut hexagonal yang memiliki bentuk persegi enam dan paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baut plow atau disebut juga baut kayu, baut flange, baut shoulder, dan baut lag yang memiliki ujung lancip mirip dengan sekrup.

Begitu juga dengan mur dibagi menjadi beberapa jenis sesuai dengan fungsinya, yaitu mur hexagonal nut yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, mur square nut yang digunakan dalam industri berat, mur castellated nut yang memiliki mekanisme pengunci sebagai pelengkap, dan mur lock nut yang biasanya digunakan sebagai mur kedua dan berfungsi sebagai mur pengunci. Berikut adalah perancangan perhitungan baut dan mur:

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

$$W_{max} = W_0 \cdot f_c \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

W_0 = Beban (N)

f_c = Faktor koreksi

- b. Menentukan jenis bahan baut dan mur

Tegangan tarik yang diizinkan (σ_a):

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f} \dots\dots\dots (2.11)$$

Tegangan geser yang diijinkan (τ_a):

$$\tau_a = 0,5 \cdot \sigma_a \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

σ_a = Tegangan tarik yang diijinkan (N/mm²)

S_f = Faktor keamanan

σ_b = Kekuatan tarik (N/mm²)

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (N/mm²)

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

menggunakan rumus:

$$d \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \text{ atau } \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

d = diameter inti yang diperlukan (mm)

W = beban rencana (N)

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

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

1) D = Diameter luar ulir dalam (mm)

2) P = Jarak bagi (mm)

3) d = Diameter inti (mm)

4) d1 = Diameter efektif ulir dalam (mm)

5) H1 = Tinggi kaitan (mm)

e. Menentukan jumlah dan tinggi ulir yang diperlukan

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

Z = Jumlah ulir yang diperlukan

d₂ = Diameter efektif ulir dalam (mm)

H₁ = Tinggi kaitan (mm)

q_a = Tekanan permukaan yang diijinkan (N/mm²)

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

$$H \geq (0,8 - 1,0) \cdot d \dots\dots\dots (2.15)$$

g. Jumlah ulir yang dipakai adalah

$$Z^1 = \frac{H}{p} \dots\dots\dots (2.16)$$

h. Tegangan geser akar ulir baut

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot Z^1} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana:

τ_b = Tegangan geser akan ulir mur (N/mm²)

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

- i. Tegangan geser akan ulir mur

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z^1} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

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

D = Diameter ulir dalam

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

- j. Persyaratan kelayakan dari baut dan mur yang direncanakan

$$\tau_b \leq q_a \dots \dots \dots (2.19)$$

$$\tau_n \leq q_a \dots \dots \dots (2.20)$$

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

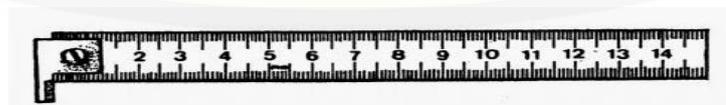
2.9 Proses Manufaktur

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

2.9.1 Pengukuran

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

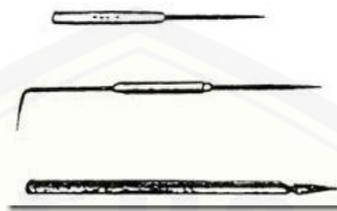
- a. Mistar baja
- b. Meteran sabuk



Gambar 2.8 Mistar baja (Efendi, 2013)

2.9.2 Penggoresan

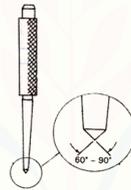
Penggoresan yaitu proses penandaan dengan cara membuat gambar atau menggaris pada benda kerja yang akan dikerjakan dengan menggunakan alat penggores ataupun kapur untuk benda kerja yang permukaannya kasar.



Gambar 2.9 Penggores (Efendi, 2013)

2.9.3 Penitik

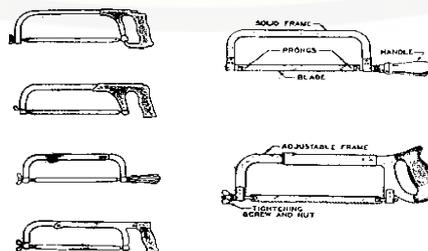
Penitik adalah merupakan proses pemberian tanda dengan membuat tanda titik pada benda kerja yang akan dibuat lubang dengan bor, biasanya sudut puncaknya dibuat 60°.



Gambar 2.10 Penitik (Efendi, 2013)

2.9.4 Gergaji Tangan

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



Gambar 2.11 Gergaji tangan (Efendi, 2013)

2.9.5 Gerinda

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



Gambar 2.12 Gerinda (Bosch, 2016)

2.9.6 Toolset

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



Gambar 2.13 Toolset (Bosch, 2016)

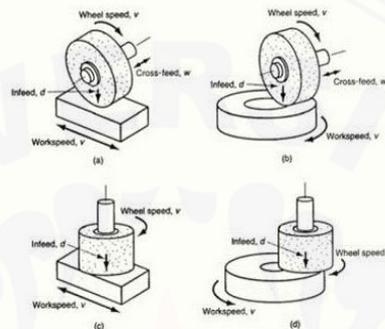
2.10 Perencanaan Permesinan

2.10.1 Pengeboran

Pengeboran adalah suatu proses pengerjaan untuk menghasilkan lubang pada suatu material logam maupun non logam. 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.

2.10.2 Penggerindaan

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



Gambar 2.14 Penggerindaan benda kerja (Efendi, 2013)

2.11 Perencanaan Silinder dan Cover Silinder

Pada proses pengeringan biji kakao, silinder putar akan kontak dengan panas yang dihasilkan kompor sebagai pemanas biji kakao dan air yang ada pada kandungan biji kakao tersebut. Untuk itu perlu direncanakan pemilihan bahan untuk silinder putar yang tahan terhadap panas dan air. Maka silinder putar direncanakan dibuat menggunakan bahan pelat aluminium. Pelat aluminium dipilih sebagai bahan karena mudah dibentuk sesuai dengan desain silinder putar yang diinginkan. Pelat aluminium ini dibentuk (diroll) sehingga berbentuk silinder.

Untuk menjaga suhu pada silinder agar tetap stabil diperlukan penutup silinder sehingga suhu tetap terjaga pada area silinder yang dipanaskan. Maka dari itu dirancang *cover* silinder yang terbuat dari bahan drum bekas (pelat besi) sebagai penahan panas yang akan keluar. *Cover* yang terbuat dari drum bekas ini dibelah menjadi dua untuk memudahkan akses menuju ke silinder utama yang menjadi media penampung biji kakao.

BAB 3. METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat mesin adalah sebagai berikut:

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| a. Mesin gerinda tangan | k. Obeng |
| b. Mesin las SMAW | l. Tang |
| c. Mesin bor tangan | m. Kunci pas |
| d. Mesin bor duduk | n. Palu |
| e. Mesin las astelin | o. Rivet |
| f. Mesin roll | p. Pelindung mata |
| g. Meteran | q. APD |
| h. Penitik | r. Mistar baja |
| i. Ragum | s. Jangka sorong |
| j. Penggores | t. Sarung tangan |

Alat yang digunakan untuk pengujian mesin adalah sebagai berikut:

- | | |
|------------------|-------------------------|
| a. Reducer | c. Pemantik (korek api) |
| b. Motor listrik | d. Tabung gas LPG |

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat mesin adalah sebagai berikut:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| a. Besi profil L 40x40x30 mm | g. Elektroda las |
| b. Tong besi | h. Cat besi dan tiner |
| c. Poros baja S30C | i. Mata gerinda |
| d. <i>Bearing</i> | j. Mur dan baut |
| e. Plat alumunium 2 dan 3 mm | k. <i>Clamp</i> |
| f. Transmisi sproket dan rantai | |

Bahan yang digunakan untuk pengujian mesin adalah sebagai berikut:

- a. Biji kakao

3.2 Waktu dan Tempat

3.2.1 Waktu

Perencanaan pembuatan dan pengujian alat, analisa dan perancangan dilaksanakan selama \pm 4 bulan berdasarkan pada jadwal yang direncanakan

3.2.2 Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan Proyek Akhir ini adalah Laboratorium Kerja Logam, Laboratorium Teknologi Terapan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang membantu dan mendukung pelaksanaan pengerjaan Proyek Akhir ini, mempelajari dasar perancangan rangka, mur dan baut, serta literatur lain yang mendukung.

3.3.2 Studi Lapangan

Pengerjaan Proyek Akhir ini didahului dengan melakukan pencarian data secara langsung pada proses pengolahan biji kakao di pabrik dan perkebunan PTPN XII Kendenglembu di Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi.

3.3.3 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk mendapatkan petunjuk-petunjuk tentang perancangan dan pembuatan mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*.

3.4 Metode Pelaksanaan

3.4.1 Pencarian data

Dalam merencanakan mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary* (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 dan perancangan Proyek Akhir ini, maka perlu dilakukan pendalaman materi terhadap:

- a. Perancangan Kerangka
- b. Proses pengelasan
- c. Proses permesinan
- d. Perancangan kerja bangku dan plat

3.4.3 Perencanaan dan Perancangan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang diperoleh dari studi literatur, studi lapangan, dan konsultasi dengan dosen maka dapat direncanakan bahan yang dibutuhkan dalam Proyek Akhir ini. Sehingga dalam proyek akhir ini yang akan dirancang adalah:

- a. Perancangan konstruksi rangka dan elemen mesin pada pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*.
- b. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan.
- c. Proses perakitan dan finishing

3.4.4 Proses Pembuatan

Proses pembuatan ini meliputi proses untuk membentuk suatu alat sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Adapun proses yang dilakukan dalam pembuatan mesin yaitu meliputi:

- a. Proses pemotongan (*grinding*)
- b. Proses pengeboran (*drilling*)
- c. Proses pengelasan (*welding*)

3.4.5 Proses Perakitan

Pada proses ini pemasangan setiap elemen disesuaikan dengan desain yang sudah dibuat dengan urutan sebagai berikut:

- a. Penggabungan kerangka
- b. Pemasangan elemen pemanas pada kerangka

- c. Pemasangan elemen mesin pada kerangka
- d. Pemasangan motor listrik pada kerangka

3.4.6 Pengujian Rangka dan Alat

Dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan penyangrai biji kakao dengan mekanisme *rotary* dapat bekerja dengan baik. Hal yang dilakukan dalam pengujian mesin adalah sebagai berikut:

- a. Melihat apakah rangka kokoh dan kuat (tidak mengalami defleksi, tidak patah, maupun bergetar secara berlebihan).
- b. Melihat apakah sambungan mur dan baut berfungsi (tidak lepas, tidak mengendor, dan tidak putus).
- c. Melihat apakah mesin dapat mengeringkan biji kakao dengan baik.
- d. Melihat apakah sambungan las berfungsi (tidak retak dan tidak patah).

3.4.7 Penyempurnaan Alat

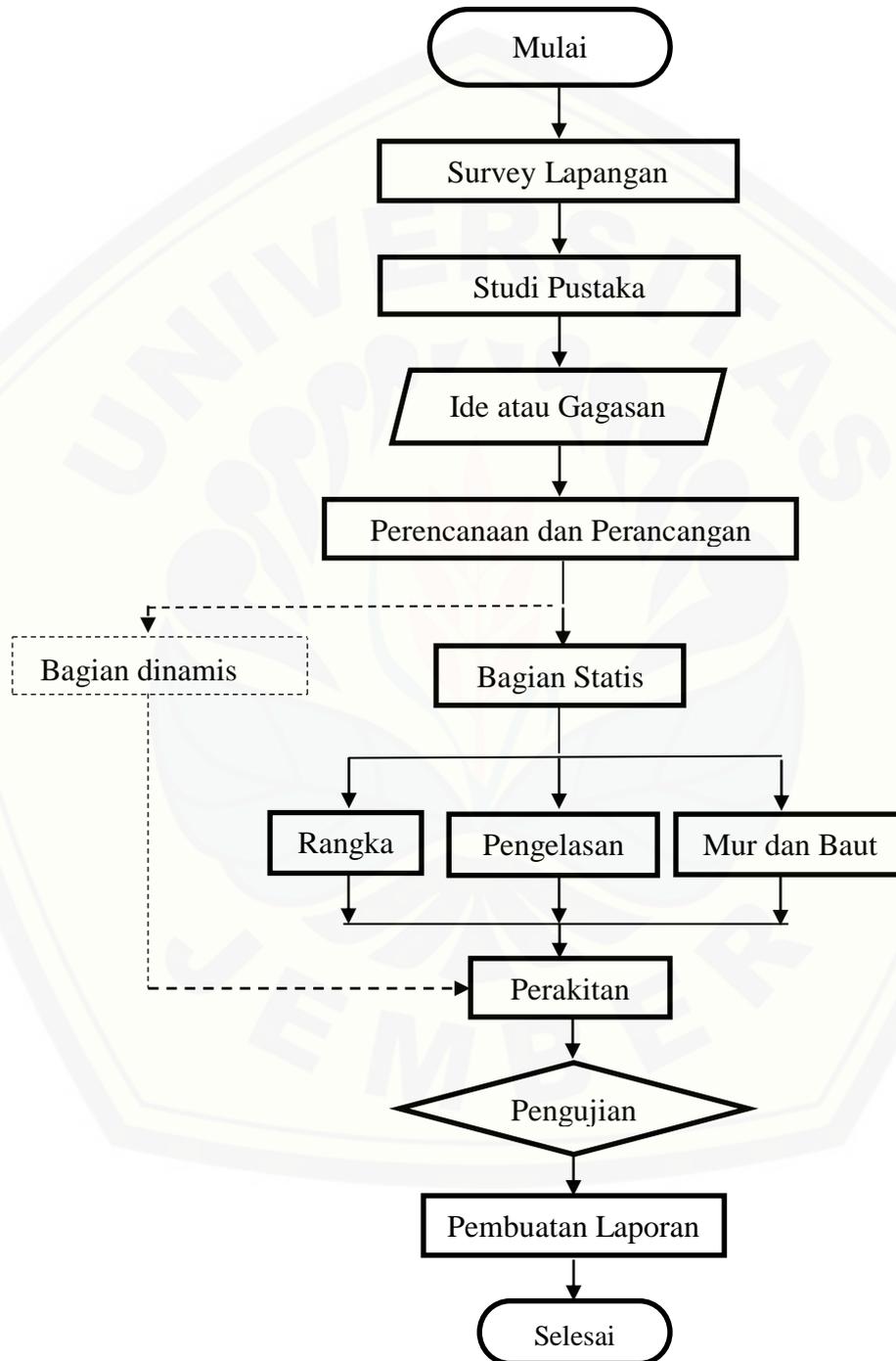
Penyempurnaan alat dilakukan apabila tahap pengujian terdapat masalah ataupun kekurangan, sehingga dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perancangan yang dilakukan.

3.4.8 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan proyek akhir dilakukan secara bertahap dari awal analisa desain, perancangan, pembuatan mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary* sampai dengan selesai dan pengujian alat.

3.5 Flow Chart

Berikut ini adalah gambaran *flow chart* untuk perancangan dan pembuatan mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary* (bagian statis):



Gambar 3.1 Flow chart perancangan dan pembuatan mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rangka mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary* memiliki ukuran tinggi 1000 mm, lebar 620 mm, dan panjang 1200 mm, menggunakan bahan baja St-37 profil siku dengan ukuran 40 mm x 40 mm x 3 mm.
2. Pengelasan pada rangka menggunakan elektroda jenis AWS E 6013 dengan diameter 2 mm.
3. Baut dan mur menggunakan jenis ulir metris kasar M10 dengan bahan baut dan mur adalah baja liat 0,22% C.
4. Pengeringan dilakukan ± 1 jam dengan suhu dalam tabung sekitar 60 – 80 °C agar rasa dan kandungan coklat yang terdapat dalam biji kakao masih memiliki kualitas yang baik.
5. Kualitas biji kakao yang dihasilkan adalah termasuk kualitas menengah dengan memiliki tingkat pengeringan yang cukup, warna coklat mencolok dan aroma coklat yang cukup semerbak tanpa adanya tambahan bahan-bahan tertentu.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk menyempurnakan mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary* ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perancangan mesin ini masih terdapat kekurangan berupa tidak adanya pemantik kompor otomatis sehingga masih menggunakan korek api untuk menyalakan api pada kompor.
2. Untuk meningkatkan kapasitas produksi pada mesin ini dapat dilakukan dengan memperbesar skala perancangannya.
3. Bersihkan mesin pengering biji kakao sesudah digunakan agar terhindar dari proses korosi serta untuk menjaga agar hasil produksi tetap higienis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M.F. 1996. *Upaya Peningkatan Biji Kakao Melalui Sentralisasi Pengolahan*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Mutu Biji Kakao (SNI 01-2323-2008)*. Jakarta: BSN.
- Bosch Motorsport. 2016. *Equipment For High Performance Vehicles*. USA.
- Efendi, R. 2013. *Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif*. Malang: BSE.
- Niemen, G. 1999. *Elemen Mesin Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jember: Agromedia Pustaka.
- Shigley, J, P. 1999. *Perencanaan Teknik Mesin Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Sularso. 2002. *Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta Utara: CV. Rajawali.
- Tood, J, D. 1984. *Teori dan Analisa Struktur, edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Wahyudi, T. dkk. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wikipedia, Ensiklopedia Bebas. Kakao (*Theobroma cacao L.*).
<http://id.wikipedia.org/wiki/Kakao>. [Diakses pada 18 Oktober 2019].
- Wirjosumarto, H. 1996. *Teknologi Pengelasan Logam, Toshie Okumura*. Jakarta: Pradnya Paramita.

A. LAMPIRAN PERHITUNGAN

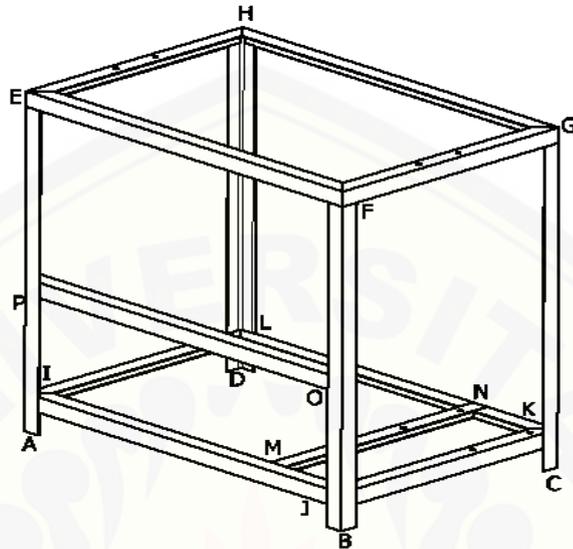
A.1 Berat Komponen Mesin

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

- Berat silinder : 6,2 kg
- Berat poros : 5 kg
- Berat *cover* atas : 9 kg
- Berat *cover* bawah : 6 kg
- Berat sproket 1 : 0,3 kg
- Berat sproket 2 : 1,7 kg
- Berat blok *bearing* : 0,7 kg
- Berat *reducer* : 7,1 kg
- Berat motor listrik : 9 kg
- Berat kompor : 0,7 kg
- Berat tabung Gas : 3 kg
- Gaya tarik rantai : 22,08 kg

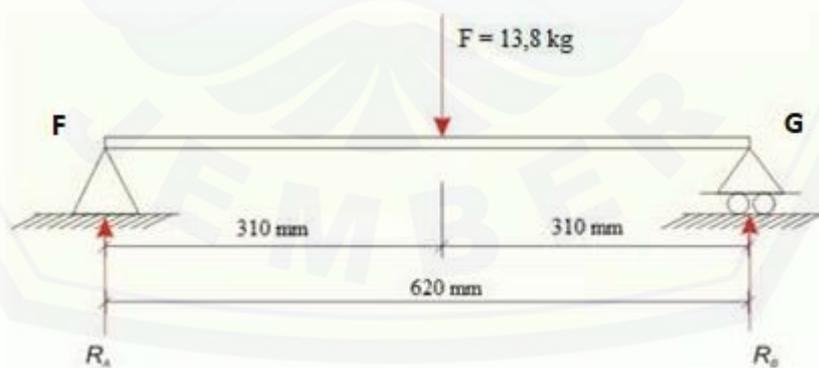
A.2 Perencanaan Batang Penumpu Beban Terpusat

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



Gambar A.1 Kerangka

Batang penumpu beban terpusat yang direncanakan adalah batang F – G dan E – H sebagai penyangga silinder (gambar A.1), dimana batang tersebut masing-masing menerima beban terpusat. Maka dapat diuraikan bahwa gaya-gaya yang terjadi seperti dibawah ini:



Gambar A.2 Perencanaan gaya batang F-G

$$\begin{aligned}
 F &= \text{Berat silinder} + \text{poros} + \text{sproket 2} + \text{blok bearing} + \text{biji kakao} + \text{gaya tarik} \\
 &\quad \text{rantai} \\
 &= 6,2 + 5 + 1,7 + 0,7 + 3 + 11,08 \\
 &= 27,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena gaya yang diberikan pada rangka ditumpu oleh batang F-G dan E-H, maka gaya = 27,6 kg dibagi setengahnya yakni menjadi 13,8 kg.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_F + R_G - 13,8 = 0$$

$$R_F + R_G = 13,8 \text{ kg}$$

$$\sum M_F = 0$$

$$R_F \cdot 0 + F \cdot 310 - R_G \cdot 620 = 0$$

$$0 + 13,8 \cdot 310 - R_G \cdot 620 = 0$$

$$R_G = \frac{13,8 \cdot 310}{620}$$

$$R_G = \frac{4278}{620}$$

$$R_G = 6,9 \text{ kg}$$

$$\sum M_G = 0$$

$$R_G \cdot 0 + F \cdot 310 - R_F \cdot 620 = 0$$

$$0 + 13,8 \cdot 310 - R_F \cdot 620 = 0$$

$$R_F = \frac{13,8 \cdot 310}{620}$$

$$R_F = \frac{4278}{620}$$

$$R_F = 6,9 \text{ kg}$$

A.3 Bidang Geser (F)

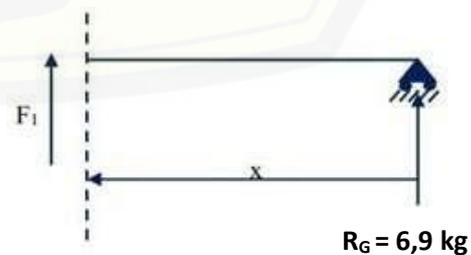
Potongan I

$$0 \leq x \leq 310$$

$$\sum F_1 = 0$$

$$F_1 + 6,9 = 0$$

$$F_1 = -6,9 \text{ kg}$$



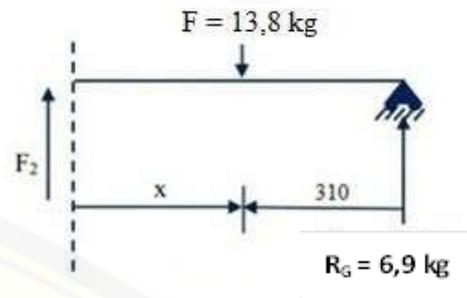
Gambar A.3 Potongan I bidang geser

Potongan II

$$0 \leq x \leq 310$$

$$\sum F_2 + 6,9 - 13,8 = 0$$

$$F_2 = 6,9 \text{ kg}$$



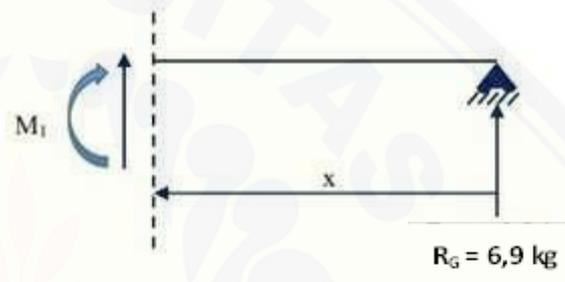
Gambar A.4 Potongan II bidang geser

A.4 Bidang Momen (M)

Potongan I

$$0 \leq x \leq 310$$

$$M_1 = R_B \cdot x$$



Gambar A.5 Potongan I bidang momen

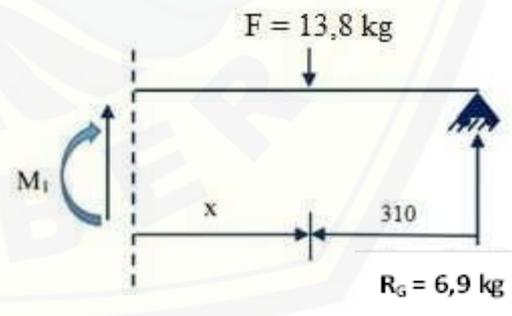
$$x = 0 \quad M_1 = 6,9 \cdot 0 = 0 \text{ kg.mm}$$

$$x = 310 \quad M_1 = 6,9 \cdot 310 = 2139 \text{ kg.mm}$$

Potongan II

$$0 \leq x \leq 310$$

$$\begin{aligned} M_2 &= R_B (310 + x) - 13,8 \cdot x \\ &= 6,9 (310 + x) - 13,8 \cdot x \\ &= 6,9 \cdot 310 + 6,9 \cdot x - 13,8 \cdot x \\ &= 2139 + 6,9x - 13,8x \\ &= 2139 - 6,9x \end{aligned}$$

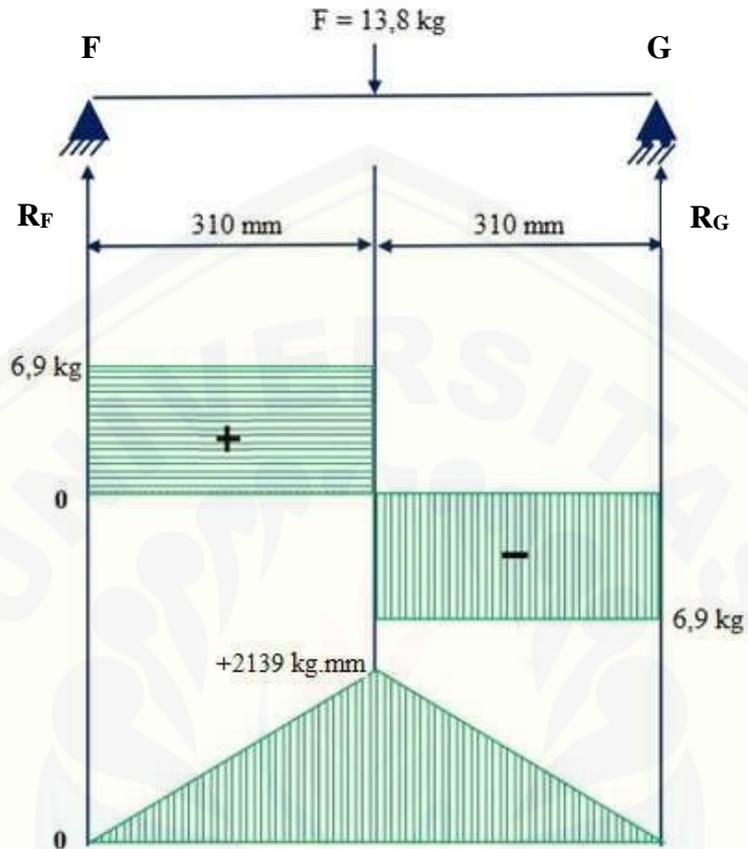


Gambar A.6 Potongan II bidang momen

$$x = 0 \quad M_2 = 2139 - 6,9 \cdot 0 = 2139 \text{ kg.mm}$$

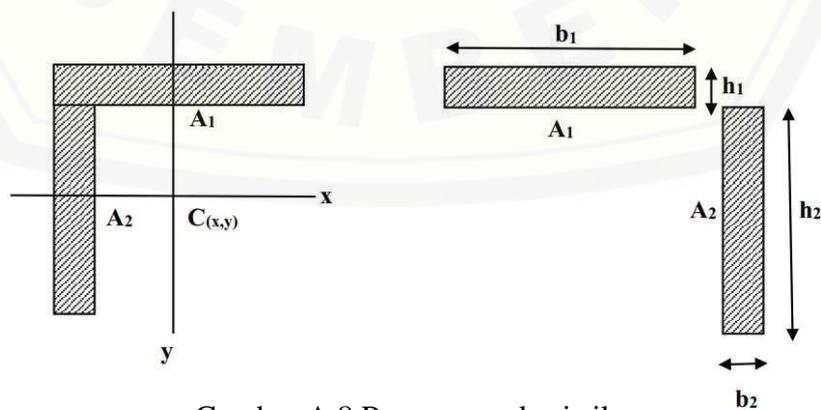
$$x = 310 \quad M_2 = 2139 - 6,9 \cdot 310 = 2139 - 2139 = 0 \text{ kg.mm}$$

Diagram bidang geser dan bidang momen untuk F-G



Gambar A.7 Diagram bidang geser dan bidang momen

A.5 Menentukan Momen Inersia



Gambar A.8 Penampang besi siku

Dimensi besi siku yang digunakan:

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

$$b_2 = 3 \text{ mm} \quad h_2 = 37 \text{ mm}$$

$$M_b = 2139 \text{ kg}$$

Modulus Elastisitas (E) = 210000 N/mm²

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{b_1}{2} \\ &= \frac{40 \text{ mm}}{2} \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{h_1}{2} \\ &= \frac{3 \text{ mm}}{2} \\ &= 1,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= b_1 \cdot h_1 \\ &= 40 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \\ &= 120 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= b_2 \cdot h_2 \\ &= 3 \cdot 37 \\ &= 111 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= A_1 + A_2 \\ &= 120 \text{ mm}^2 + 111 \text{ mm}^2 \\ &= 231 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x1} &= \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} \\ &= \frac{40 \cdot 3^3}{12} \\ &= 90 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x2} &= \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12} \\ &= \frac{3 \cdot 37^3}{12} \\ &= 12663,2 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

❖ Menentukan Momen Inersia Total

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{x1} + (x_1^2 \cdot A_1) \\ &= 90 + (20^2 \cdot 120) \\ &= 90 + 48000 \\ &= 48090 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= I_{x2} + (x_2^2 \cdot A_2) \\ &= 12663,2 + (1,5^2 \cdot 111) \\ &= 12663,2 + 249,75 \\ &= 12912,95 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 \\
 &= 48090 \text{ mm}^4 + 12912,95 \text{ mm}^4 \\
 &= 63925,9 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 x^1 &= \frac{(A_1 \cdot x_1) + (A_2 \cdot x_2)}{A_1 + A_2} \\
 &= \frac{(120 \text{ mm}^2 \cdot 20 \text{ mm}) + (111 \text{ mm}^2 \cdot 1,5 \text{ mm})}{120 \text{ mm}^2 + 111 \text{ mm}^2} \\
 &= \frac{2566,5 \text{ mm}}{231} \\
 &= 11,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada rangka material St-37 profil siku sama kaki ukuran 40 mm x 40 mm x 3 mm:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{max}} &= \frac{M_b}{I} \times C_{(x,y)} \\
 &= \frac{2139 \text{ kg.mm}}{63925,9 \text{ mm}^4} \times 11,11 \text{ mm} \\
 &= 0,033 \cdot 11,11 \\
 &= 0,366 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{izin}} &= \frac{\sigma_u}{n} \\
 &= \frac{140}{1,67} \\
 &= 83,83 \text{ MPa} = 8,54 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas $\sigma_{\text{max}} = 0,366 \text{ kg/mm}^2 \leq \sigma_{\text{izin}} = 8,54 \text{ kg/mm}^2$, maka ukuran batang yang diperlukan 40 mm x 40 mm x 3 mm mampu menahan beban alat.

A.6 Perancangan Kolom

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

- ❖ Menentukan tegangan izin

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{izin}} &= \frac{\sigma_u}{n} \\ &= \frac{140}{1,67} \\ &= 83,83 \text{ MPa} = 8,54 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

- ❖ Tegangan maksimal yang terjadi pada kolom

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{max}} &= \frac{M_b}{I} \times C_{(x,y)} \\ &= \frac{2139 \text{ kg.mm}}{63925,9 \text{ mm}^4} \times 11,11 \text{ mm} \\ &= 0,033 \cdot 11,11 \\ &= 0,366 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

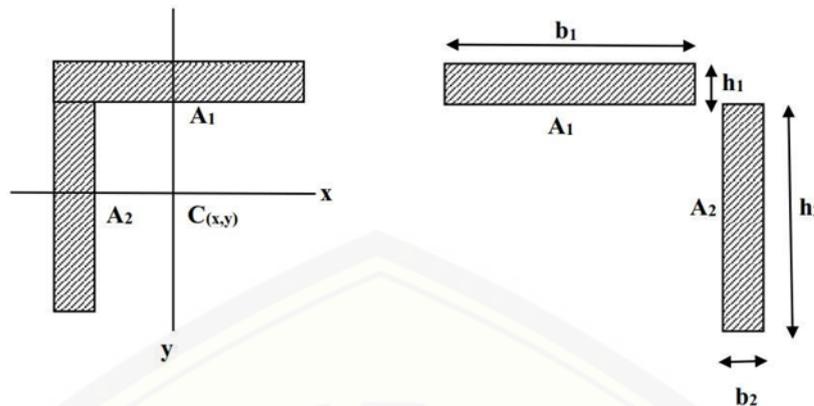
- ❖ Beban kritis (P_{cr}) yang diterima kolom adalah

$$\begin{aligned}P_{cr} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4L^2} \\ &= \frac{(3,14)^2 \cdot \frac{210000 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 63925,9 \text{ mm}^4}{4(1000)^2} \\ &= 33089,89 \text{ N} \\ &= 3308,989 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas $P_{cr} = 3308,989 \text{ kg} \geq P = 13,8 \text{ kg}$, maka kolom yang direncanakan sesuai syarat untuk digunakan.

A.7 Perhitungan Las

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



Gambar A.9 Penampang kampuh las

Dimensi besi siku yang digunakan:

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

$$b_2 = 3 \text{ mm} \quad h_2 = 37 \text{ mm}$$

$$M_b = 2139 \text{ kg}$$

Modulus Elastisitas (E) = 210000 N/mm²

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

$$= \frac{40 \text{ mm}}{2}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

$$A_1 = b_1 \cdot h_1$$

$$= 40 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}$$

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

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

$$= \frac{3 \text{ mm}}{2}$$

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

$$A_2 = b_2 \cdot h_2$$

$$= 3 \cdot 37$$

$$= 111 \text{ mm}^2$$

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

$$= 120 \text{ mm}^2 + 111 \text{ mm}^2$$

$$= 231 \text{ mm}^2$$

$$I_{x1} = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12}$$

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

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

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

$$= \frac{3 \cdot 37^3}{12}$$

$$= 12663,2 \text{ mm}^4$$

❖ Menentukan Momen Inersia Total

$$\begin{aligned}
 I_1 &= I_{x1} + (x^2 \cdot A_1) \\
 &= 90 + (20^2 \cdot 120) \\
 &= 90 + 48000 \\
 &= 48090 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_2 &= I_{x2} + (x_2^2 \cdot A_2) \\
 &= 12663,2 + (1,5^2 \cdot 111) \\
 &= 12663,2 + 249,75 \\
 &= 12912,95 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 \\
 &= 48090 \text{ mm}^4 + 12912,95 \text{ mm}^4 \\
 &= 63925,9 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 x^1 &= \frac{(A_1 \cdot x_1) + (A_2 \cdot x_2)}{A_1 + A_2} \\
 &= \frac{(120 \text{ mm}^2 \cdot 20 \text{ mm}) + (111 \text{ mm}^2 \cdot 1,5 \text{ mm})}{120 \text{ mm}^2 + 111 \text{ mm}^2} \\
 &= \frac{2566,5 \text{ mm}}{231} \\
 &= 11,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Bahan las menggunakan elektroda AWS E 6013 dengan kekuatan tarik 47,1 kg/mm² dan perpanjangan 17%, tegangan gesernya dalah 0,3 kali kekuatan tarik elektroda. Dengan bahan yang akan di las adalah besi siku St-37. Tegangan tarik dan lentur yang diijinkan untuk kampuh las (σ'_{zul}) = 13,5 N/mm².

❖ Menentukan tegangan normal dalam kampuh las

$$\begin{aligned}
 \sigma' &= \frac{M_b}{I} \times C_{(x,y)} \\
 &= \frac{2139 \text{ kg.mm}}{63925,9 \text{ mm}^4} \times 11,11 \text{ mm} \\
 &= 0,033 \cdot 11,11 \\
 &= 0,366 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan tegangan geser dalam kampuh las

$$\begin{aligned}\tau' &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{13,8}{231} \\ &= 0,059 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

- ❖ Pengujian kekuatan sambungan

$$\begin{aligned}\sigma' \leq \sigma' \text{ zul} &\approx 0,366 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2 \\ \tau' \leq \tau' \text{ zul} &\approx 0,059 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

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

A.8 Perencanaan Baut dan Mur

Baut dan mur yang direncanakan adalah baut dan mur pengikat reduser karena menerima beban atau gaya terbesar. Dengan mengambil faktor koreksi (F_c) = 1,2 maka beban rencana (W) baut adalah

$$\begin{aligned}W &= F_c \cdot W_0 \longrightarrow W_0 = \text{berat reduser} + \text{berat sproket 1} + \text{gaya} \\ &= 1,2 \cdot 18,4 && \text{tarik rantai} \\ &= 22,08 \text{ kg} && = 7,1 \text{ kg} + 0,3 \text{ kg} + 11 \text{ kg} \\ & && = 18,4 \text{ kg}\end{aligned}$$

Beban yang diterima oleh masing-masing baut adalah

$$\begin{aligned}W &= \frac{22,08}{4} \\ &= 5,52 \text{ kg}\end{aligned}$$

- ❖ Menentukan bahan baut dan mur

Bahan baut dan mur yang direncanakan dari baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,2% C yaitu St-37, $\sigma_b = 140 - 410 \text{ N/mm}^2 \approx 34 \text{ kg/mm}^2$ (Lampiran). Sehingga didapatkan faktor keamanan (S_f) 8 - 10 \approx 10. Tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) = 3 kg/mm².

- ❖ Kekuatan tarik yang diizinkan

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

- ❖ Kekuatan geser yang diizinkan

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

Dengan mengetahui besar beban maksimum dan besar tegangan geser yang diizinkan, maka diameter inti baut (d) yang dihitung adalah:

$$\begin{aligned}d &= \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \tau_a \cdot 0,64}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 5,52}{3,14 \cdot 3,4 \cdot 0,64}} \\ &= \sqrt{3,231} \\ &= 1,79 \text{ mm}\end{aligned}$$

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

Sehingga ulir baut dan mur yang dipilih ulir metris kasar dengan ukuran standar M10 dan didapat standar 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 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

$$\begin{aligned}Z &= \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \\ &= \frac{5,52}{3,14 \cdot 9,026 \cdot 0,812 \cdot 3}\end{aligned}$$

$$= 0,08 \rightarrow 3$$

- ❖ Tinggi mur (H) yang diperlukan adalah

$$H \geq Z \cdot p$$

$$\geq 3 \cdot 1,5$$

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

Menurut standar:

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

$$\geq (0,8) \cdot 10$$

$$\geq 8 \text{ mm}$$

- ❖ Tinggi mur yang akan diambil adalah 8 mm sehingga jumlah ulir mur (Z') adalah:

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

$$= \frac{8}{1,5}$$

$$= 5,3$$

- ❖ Tegangan geser akan ulir baut τ_b adalah:

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z^1}$$

$$= \frac{5,52}{3,14 \cdot 8,376 \cdot 0,84 \cdot 1,5 \cdot 5,3}$$

$$= 0,031 \text{ kg/mm}^2$$

- ❖ Tegangan geser akan ulir mur τ_n adalah:

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

$$= \frac{5,52}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 5,3}$$

$$= 0,029 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Maka : } q_a \geq \tau_n \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,029 \text{ kg/mm}^2$$

$$q_a \geq \tau_b \approx 1,7 \text{ kg/mm}^2 \geq 0,031 \text{ kg/mm}^2$$

Harga τ_n dan τ_b memenuhi syarat yang ditentukan, sehingga mur dan baut yang dipilih adalah M10 dengan ketinggian mur 8 mm dan dari bahan baja liat dengan kadar karbon 0,2% C.

A.9 Proses Pengeboran

Dalam proses pengeboran mata bor yang dipakai adalah jenis HSS dengan diameter 10 mm, sedangkan material yang akan dibor adalah St-37 dengan tebal 3mm . Dengan mengasumsikan bahwa material yang akan dibor adalah material keras, maka dari tabel didapat harga kecepatan potong (V_c) = 25 m/menit dan pemakanan (s) = 0,2 sehingga:

- ❖ Putaran mata bor (n)

$$= \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 10}$$

$$= 793,65 \text{ rpm}$$
- ❖ Laju pemakanan (V_f)

$$= s \cdot n$$

$$= 0,2 \cdot 793,65$$

$$= 158,73 \text{ mm/menit}$$
- ❖ Jarak bebas bor (A)

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

$$= 2 \cdot 0,3 \cdot 10$$

$$= 6 \text{ mm}$$
- ❖ Jika jarak lebih (I_1) pengeboran diambil sebesar 6 mm, maka jarak pengeboran total (L) adalah:

$$L = t + A + I_1$$

$$= 3 + 6 + 6$$

$$= 15 \text{ mm}$$
- ❖ Jika waktu yang dibutuhkan untuk setiap *setting* pahat adalah 1 menit dan *setting* benda kerja tiap lubang membutuhkan 1 menit, maka pengeboran (t_m) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 lubang adalah:

$$t_m = \frac{L}{V_f} + \text{setting pahat} + \text{setting benda kerja}$$

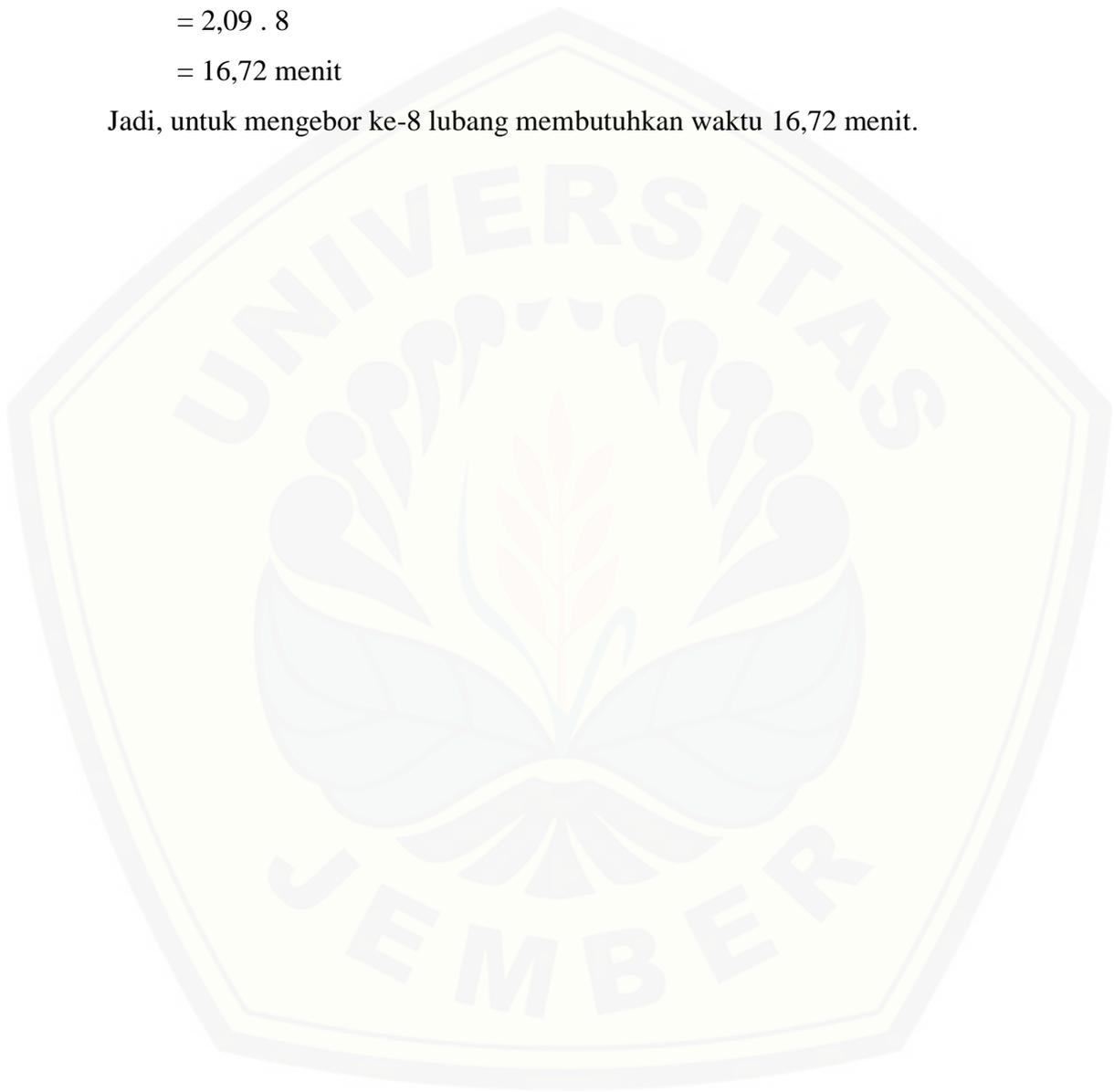
$$= \frac{15 \text{ mm}}{158,73 \text{ mm/menit}} + 1 \text{ menit} + 1 \text{ menit}$$

$$= 2,09 \text{ menit}$$

Maka waktu pengeboran total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 8 lubang adalah:

$$\begin{aligned} T_{\text{total}} &= t_m \cdot 8 \\ &= 2,09 \cdot 8 \\ &= 16,72 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi, untuk mengebor ke-8 lubang membutuhkan waktu 16,72 menit.



B. LAMPIRAN TABEL

TABEL B.1 SIFAT-SIFAT MEKANIS

Bahan	Tegangan leleh σ_y		Tegangan batas σ_u		Persen Pemanjangan (panjang ukuran 50mm)
	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	1
7075 - T6	70	480	80	550	11
Kuningan					
Kuningan merah (80% Cu, 20% Zn); keras	10 - 80	7 - 550	30 - 90	200 - 620	4 - 60
Kuningan merah (80% Cu, 20% Zn); lunak	70	470	85	590	4
Kuningan naval ; keras	13	90	43	300	50
Kuningan naval ; lunak	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
Luak (Dilunakan)	8	55	33	230	50
Tembaga berilium	110	760	120	830	4
Kaca			5 - 150	30 - 1.000	
Kaca datar			10	70	
Serat kaca			1.000 - 3000	7.000 - 20.000	
Magnesium (murni)	3 - 10	20 - 70	12 - 25	100 - 170	5 - 15
Campuran	12 - 40	80 - 280	20 - 50	140 - 170	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	4 - 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	220 - 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
ASTM-A514	100	280 - 1.000	80 - 200	550 - 1.400	5 - 40
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 - 4000	5 - 40
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, Seajar 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	
Besi tempa	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 KONVERSI

Satuan yang biasa di AS		Faktor koreksi pengali		Sama dengan satuan SI	
		Teliti	Praktis		
Percepatan					
Kaki per detik kuadrat	Kaki/det ²	0.3048*	0.305	Meter per detik kuadrat	m/det ²
Inci per detik kuadrat	Inci/det ²	0.0254*	0.0254	Meter per detik kuadrat	m/det ²
Luas					
Kaki kuadrat	Kaki ²	0.09290304*	0.0929	Meter kuadrat	m ²
Inci kuadrat	Inci ²	645.16*	645	Milimeter kuadrat	mm ²
Kerapatan (massa)					
Slug per kaki kubik	Slug/kaki ³	515.379	515	Kilogram per meter kubik	Kg/m ³
Energi, kerja					
Kaki-pon	Kaki-lb	1.35582	1.36	Joule	J
Kiowatt-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	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-pon	Inci-lb	0.112985	0.113	Newton meter	Nm
Kaki-kip	Kaki-k	1.35582	1.36	Kilonewton meter	kN-m
Inci-kip	Inci-k	0.112985	0.113	Kilonewton meter	kN-m
Momen inersia (massa slug kaki kuadrat)					
		1.35582	1.36	Kilogram meter kuadrat	Kg-m ²
Momen inersia (massa kedua arid luas)					
Inci pangkat empat	Inci ⁴	416,231	416,000	Milimeter pangkat empat	mm ⁴
Inci pangkat empat	Inci ⁴	0.416232 x 10 ⁻⁶	0.416 x 10 ⁻⁶	Meter pangkat empat	m ⁴
Daya					
Kaki-pon per detik	Kaki-lb/det	1.35582	1.36	Watt	W
Kaki-pon per menit	Kaki-lb/menit	0.0225970	0.0226	Watt	W
Daya kuda (550 kaki-pon per detik)	hp	745.701	746	Watt	W
Tekanan; tegangan					
Pon per kaki kuadrat	lb/kaki ²	47.8803	47.9	Pascal	Pa
Pon per inci kuadrat	lb/inci ²	6894.76	6890	Pascal	Pa
Kip per kaki kuadrat	k/kaki ²	47.8803	47.9	Kilopascal	kPa
Kip per inci kuadrat	k/inci ²	6894.76	6890	Kilopascal	kPa
Modulus tampang					
Inci pangkat tiga	Inci ³	16,387.1	16,400	Milimeter pangkat tiga	mm ³
Inci pangkat tiga	Inci ³	16.3871 x 10 ⁻⁶	16.4 x 10 ⁻⁶	Meter pangkat tiga	m ³
Berat spesifik (kecepatan berat)					
Pon per kaki kubik	lb/kaki ³	157.087	157	Newton per meter kubik	N/m ³
Pon per inci kubik	lb/inci ³	271.447	271	Kilonewton per meter kubik	kN/m ³
Kecepatan					
Kaki per detik	Kaki/detik	0.3048*	0.304	Meter per detik	m/det
Inci per detik	Inci/detik	0.0254*	0.0254	Meter per detik	m/det
Mil per jam	Inci/detik	0.044704	0.447	Meter per detik	m/det
Mil perjam	Mil/jam	1.609344	1.61	Kilometer perjam	km/jam
Volume					
Kaki kubik	Kaki ³	0.0283168	0.0283	Meter kubik	m ³
Inci kubik	Inci ³	16.3871 x 10 ⁻⁶	14.4 x 10 ⁻⁶	Meter kubik	m ³
Inci kubik	Inci ³	16.3871	16.4	Sentimeter kubik	Cm ³
Galon		3.78541	3.79	Liter	L
Galon		0.00378541	0.00379	Meter kubik	m ³

*Faktor Konversi yang pasti

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

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

TABEL B.3 MASSA JENIS BAHAN (ρ)

(Satuan : kg/Dm³)

Bahan	Massa Jenis	Bahan	Massa Jenis
Aether (Minyak tanah)	0,91	Gelas cermin	2,46
Air raksa	13,60	Gemuk	0,93
Alkohol (Bebas Air)	0,79	Gips (bakar)	1,80
Aluminium murni	2,58	Gipas (tuang,kering)	0,97
Aluminium tuang	2,60	Glycerine	1,25
Aluminium tempa	2,75	Granit	2,50 – 3,10
Aluminium loyang	7,70	Grafit	2,50 – 3,10
Asbes	2,10 – 2,80	Kapur (bakar)	1,40
Aspal Murni	1,10 – 1,40	Kapur tulis	1,80 – 2,70
Aspal beton	2,00 – 2,50	Kaporit	2,20
Baja tuang	7,82	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 vitrol	1,80 – 1,98	Platina tuang	21,20
Bismuth	9,80	Platina tempa	21,40
Emas	19,00 – 1,98	Tembaga elektrolisis	8,90 – 8,95
Es	0,88 – 0,92	Tembaga tempa	8,90 – 9,00
Fiber	1,28	Tembaga tuang	8,80
Gabus	2,24	Timah putih tuang	7,25
Garam dapur	2,15	Timah putih tempa	7,45
Gas kokas	1,40	Timbal	11,35
Gelas flint	3,70	Uranium	18,50

Sumber : Buku Teknik Sipil, Sunggono KH, 1995

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

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

Sumber : Niemen.1999.elemen Mesin Jilid 1. Erlangga: Jakarta

TABEL B.5 TEKANAN PERMUKAAN YANG DIIZINKAN PADA ULIR

(Satuan : kg/mm^2)

Jenis Bahan		Tekanan permukaan yang diijinkan (q_a)	
Ulir luar (baut)	Ulir dalam (mur)	Untuk pengikat	Untuk penggerak
Baja liat	Baja liat atau perunggu	3,0	1,0
Baja keras	Baja liat atau perunggu	4,0	1,3
Baja keras	Besi Cor	1,5	0,5

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

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

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

Sumber : Sularso. 2002. *Perancangan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita: Jakarta

TABEL B.7 UKURAN STANDART ULIR HALUS METRIS

(Satuan : mm)

Jenis Ulir			Jarak bagi (p)	Tinggi kaitan (H_1)	Ulir Dalam Mur		
					Diamter luar (D)	Diameter Efektif (D_2)	Diameter Dalam (D_i)
1	2	3			Ulir luar (Baut)		
					Diameter luar (d)	Diameter efektif (d_2)	Diameter inti (d_i)
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	0,583
M 0,6			0,150	0,081	0,600	0,503	0,438
	M 0,7		0,175	0,095	0,700	0,838	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 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 pillihan jika terpaksa

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

TABEL B.8 UKURAN STANDART ULIR KASAR METRIS

(Satuan : mm)

Jenis Ulir			Jarak bagi (p)	Tinggi kaitan (H_1)	Ulir Dalam Mur		
					Diamter luar (D)	Diameter Efektif (D_2)	Diameter Dalam (D_i)
1	2	3			Ulir luar (Baut)		
					Diameter luar (d)	Diameter efektif (d_2)	Diameter inti (d_i)
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	0,974	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	25,052	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	44,752	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	44,725	42,587
	M 52		5,00	2,076	52,00	48,752	46,587
M 56			5,50	2,977	56,00	52,428	50,048
	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

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

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

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	II
Feeding (mm/putaran)									
Sampai Dengan									
2	0,05-0,06	0,04-0,05	0,03-0,04	0,03-0,04	0,03-0,04	0,03-0,04	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	0,04-0,05	0,04-0,06	0,04-0,06	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	0,07-0,09	0,07-0,09	0,07-0,09	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	0,09-0,11	0,09-0,11	0,09-0,11	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	0,11-0,13	0,13-0,15	0,13-0,15	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	0,13-0,15	0,14-0,18	0,14-0,18	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	0,15-0,19	0,17-0,21	0,17-0,21	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	0,18-0,22	0,20-0,24	0,20-0,24	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	0,20-0,24	0,22-0,26	0,22-0,26	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	0,22-0,28	0,24-0,30	0,24-0,30	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	0,30-0,35	0,30-0,35	0,30-0,35	0,30-0,40	0,22-0,30	0,16-0,23

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

: Feeding kelompok II untuk proses pengeboran benda kerja kekerasan menengah.

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

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

Material pemesinan		Data Mekanis Baja dan Tingkat Pemesinan Untuk Kecepatan Potong							
Kelompok baja	Tingkat Baja								
Baja Karbon	08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 55, 60	Kekuatan Tarik (σ_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
Baja Struktural ($C = 0,6\%$)	CT.0, CT.1, CT.2, CT.3, CT.4, CT.5, CT.6	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 (σ_B)	37 - 43	44 - 51	52 - 61	62 - 72	73 - 85	86 - 100	101 - 119
		<i>Bhn</i>							
		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	<i>Feeding</i> <i>S</i> (mm/put)														
1	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–	–	–
3	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–	–
4	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–	–
5	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–	–
6	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–	–
7	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–	–
8	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–	–
9	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	–
10	–	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88
11	–	–	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66

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

Jensi pengeboran	Diameter mata bor D (mm)	Kecepatan potong $V (m/mt)$													
<i>Double angle with thinned web DW</i>	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
<i>Conventional C</i>	4,6	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2	7	6
	9,6	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2	7
	20	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2
	30	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5
	60	55	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11

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

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

Klasifikasi AWS-ASTM	Jenis fluks	Posisi pengelasan	Jenis listrik	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Kekuatan luuh (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)
Kekuatan tarik terendah kelompok E60 setelah dilaskan adalah 60.00 psi atau 42,2 kg/mm ²						
E 6010....	Natrium selulosa tinggi	F, V, OH, H	DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E 6011....	Kalium selulosa tinggi	F, V, OH, H	AC/DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E 6012....	Natrium titania tinggi	F, V, OH, H	AC/DC polaritas lurus	47,1	38,7	17
E 6013....	Kalium titania tinggi	F, V, OH, H	AC/DC polaritas ganda	47,1	38,7	17
E 6020....	Oksida besi tinggi	{ H - S F	AC/DC polaritas lurus AC/DC polaritas ganda	43,6	35,2	25
E 6027....	Serbuk besi, oksida besi	{ H - S F	AC/DC polaritas lurus AC/DC polaritas ganda	43,6	35,2	25

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

TABEL B.14 *CUTTING SPEED* UNTUK MATA BOR

Jenis bahan	<i>Carbide Drills</i> Meter/menit	<i>HSS Drills</i> Meter/menit
Alumunium dan paduannya	200 -300	80 -150
Kuningan dan Bronze	70 -100	30 -50
Bronze liat	100 -150	40 -75
Besi tuang lunak	70 -100	30 -50
Besi tuang sedang	60 -100	25 -50
Tembaga	80 -90	30 -45
Besi tempa	250 -400	100 -200
Magnesium dan paduannya	40 -50	15 -25
Monel	80 -100	30 -55
Baja mesin	60 -70	25 -35
Baja lunak (St37)	50 -60	20 -30
Baja alat	50 -60	20 -30
Baja tempa	50 -70	20 -35
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*)

Diamter 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

C. LAMPIRAN GAMBAR

Lampiran 1 : Desain mesin yang direncanakan



Gambar C.1 Desain mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*

Lampiran 2 : Proses survei, manufaktur, dan pengujian mesin



Gambar C.2 Kunjungan pabrik pengolahan kakao



Gambar C.3 Lokasi pabrik pengolahan kakao PTPN XII Kendenglembu



Gambar C.4 Proses fermentasi biji kakao



Gambar C.5 Proses penjemuran biji kakao



Gambar C.6 Proses penyortiran biji kakao



Gambar C.7 Refrensi mesin pengering



Gambar C.8 Pengumpulan alat dan bahan



Gambar C.9 Proses pengukuran besi



Gambar C.10 Proses pemotongan besi



Gambar C.11 Proses pengukuran plat



Gambar C.12 Proses pemotongan plat



Gambar C.13 Proses pengeboran (*drilling*)



Gambar C.14 Proses pengelasan (*welding*)



Gambar C.15 Proses pemasangan bearing dan poros



Gambar C.16 Proses pemasangan tabung slinder



Gambar C.17 Pembuatan pipa kompor



Gambar C.18 Proses pemasangan clamp pengunci tutup tabung



Gambar C.19 Pengujian pengeringan biji kakao



Gambar C.20 Hasil pengujian biji kakao



Gambar C.21 Pengujian pipa kompor



Gambar C.22 Proses pemasangan motor listrik



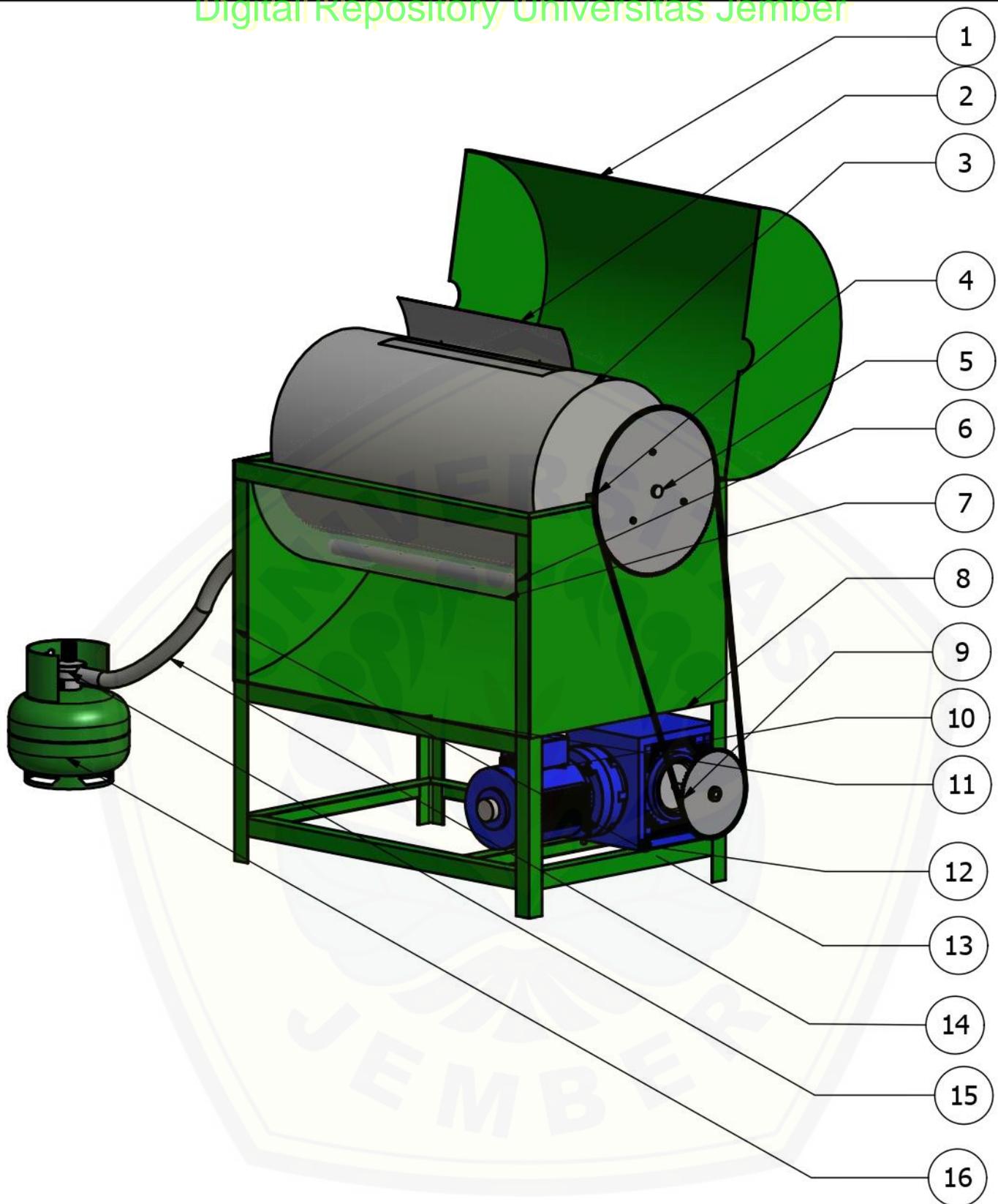
Gambar C.23 Proses pemasangan sproket dan rantai



Gambar C.22 Proses pengecatan mesin



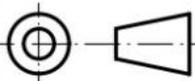
Gambar C.23 Hasil akhir mesin pengering biji kakao dengan mekanisme *rotary*



	Skala : 1 : 12	Nama : Robby Jauhari Irsyad	Peringatan :
	Satuan : mm	NIM : 151903101012	
	Tanggal: 30 Juli 2019	Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T	
TEKNIK MESIN	Mesin Pengering Biji Kakao	No 1	A4



16	1	LPG 3 kg	
15	1	Refrigerator	
14	1	Selang Gas	
13	1	Rangka	
12	1	Reducer	
11	1	Hooper out	
10	1	Motor Listrik	
9	1	Sproket Kecil	
8	1	Cover Samping	
7	1	Tabung Bawah	
6	1	Tabung Luar Atas	
5	1	Poros	
4	1	Sproket Besar	
3	1	Tabung Dalam	
2	1	Penutup Tabung Dalam	
1	1	Tabung Luar Atas	
No	Jumlah	Komponen Mesin	Keterangan



Skala : 1 : 12

Satuan : mm

Tanggal: 30 Juli 2019

Nama : Robby Jauhari Irsyad

NIM : 151903101012

Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T

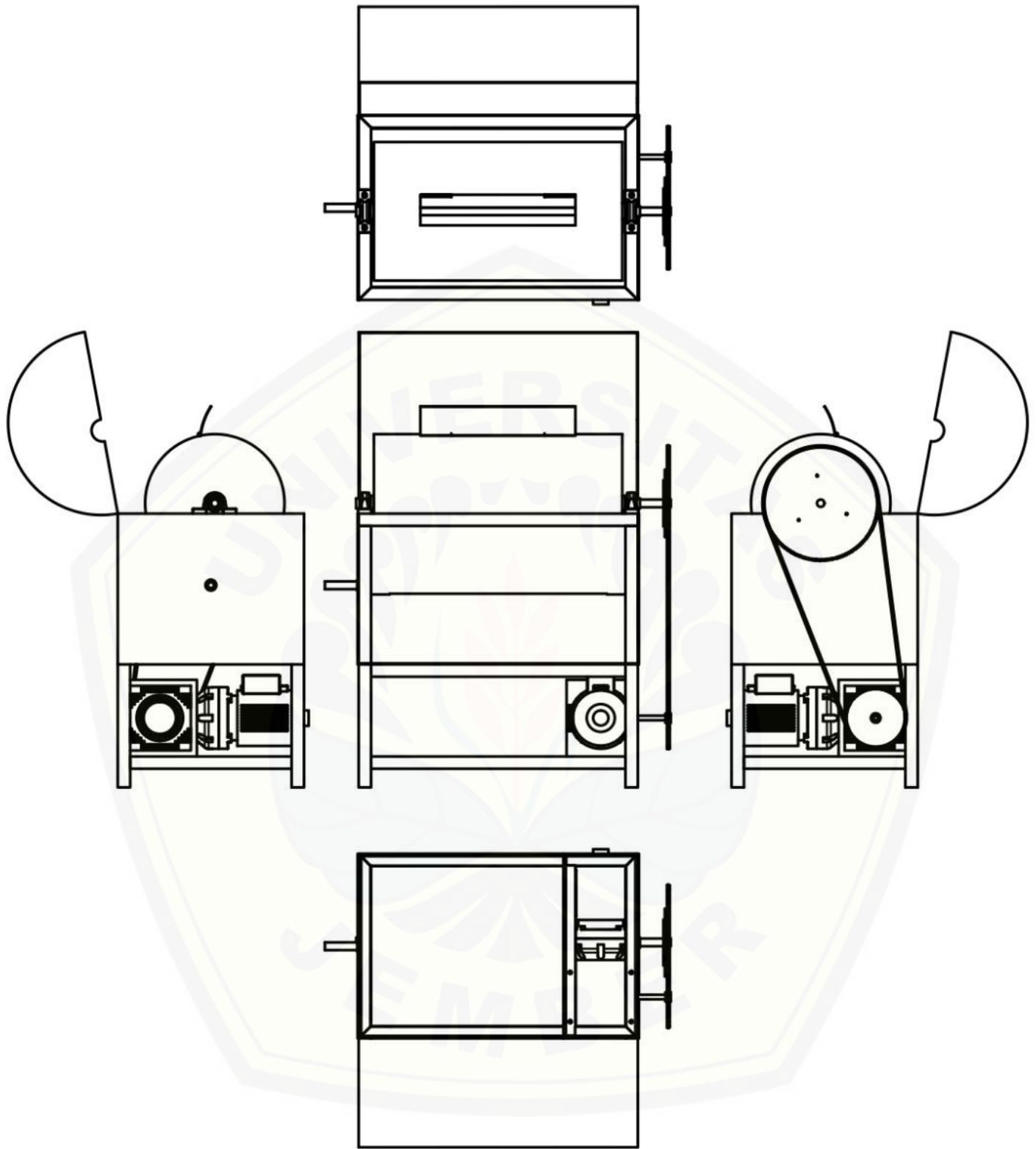
Peringatan :

TEKNIK MESIN

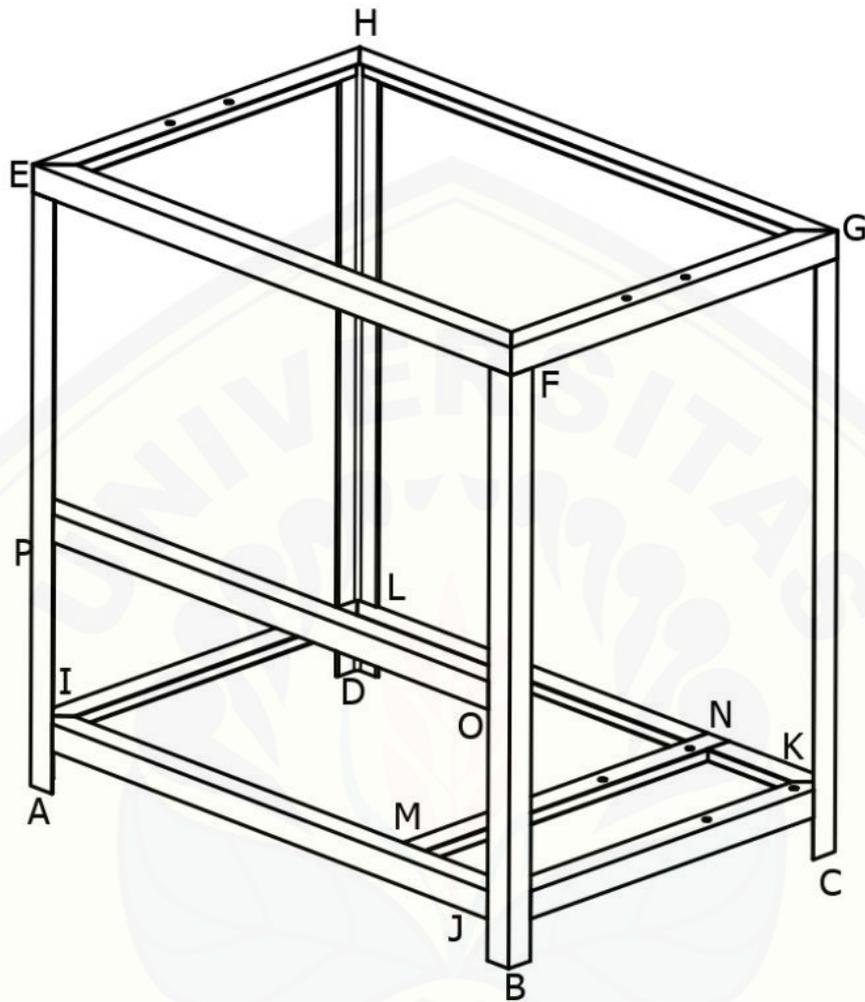
Mesin Pengering Biji Kakao

No : 2

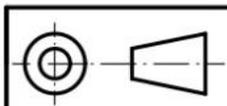
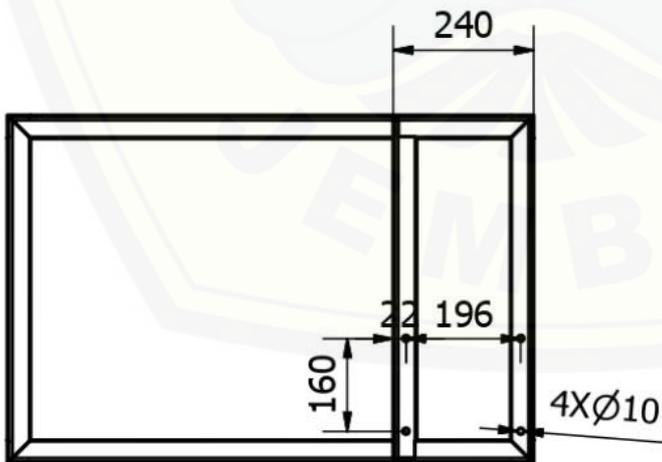
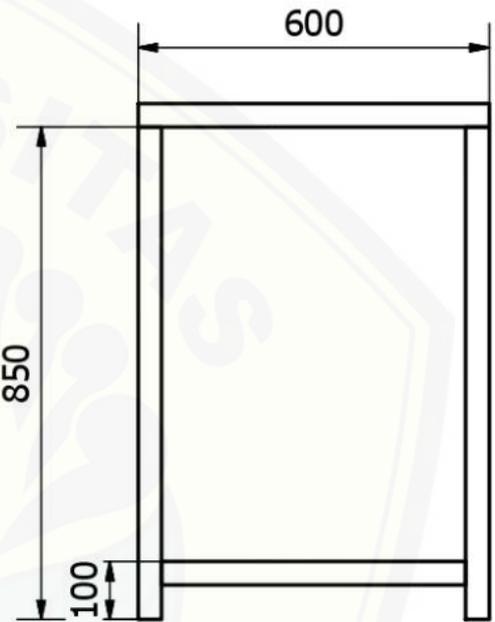
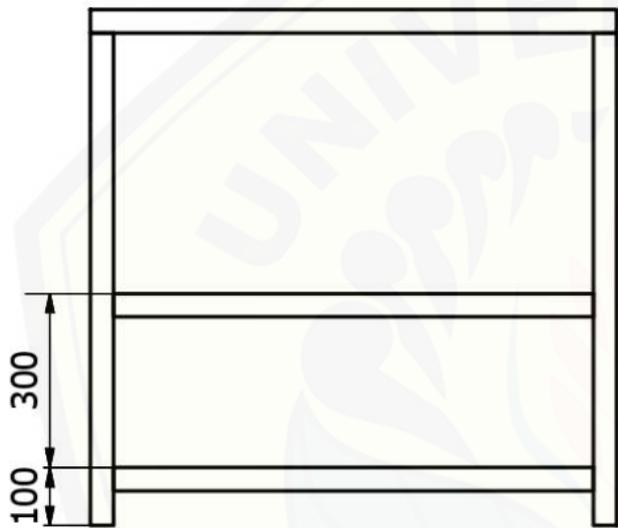
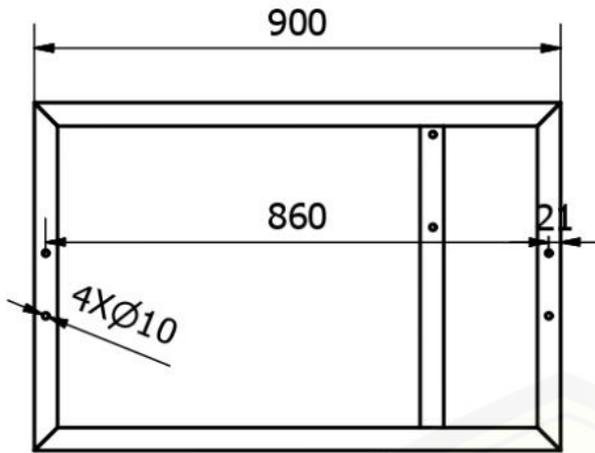
A4



	Skala : 1 : 12	Nama : Robby Jauhari Irsyad	Peringatan :	
	Satuan : mm	NIM : 151903101012		
	Tanggal: 30 Juli 2019	Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T		
TEKNIK MESIN	Mesin Pengering Biji Kakao	No 3	A4	



	Skala : 1 : 12	Nama : Robby Jauhari Irsyad	Peringatan :	
	Satuan : mm	NIM : 151903101012		
	Tanggal: 30 Juli 2019	Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T		
TEKNIK MESIN	Rangka Mesin Pengering Biji Kakao		No 4	A4



Skala : 1 : 12
 Satuan : mm
 Tanggal: 30 Juli 2019

Nama : Robby Jauhari Irsyad
 NIM : 151903101012
 Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T

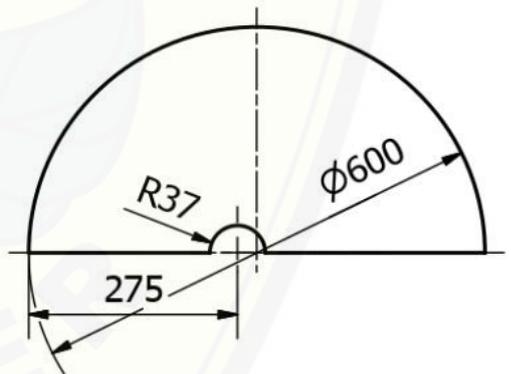
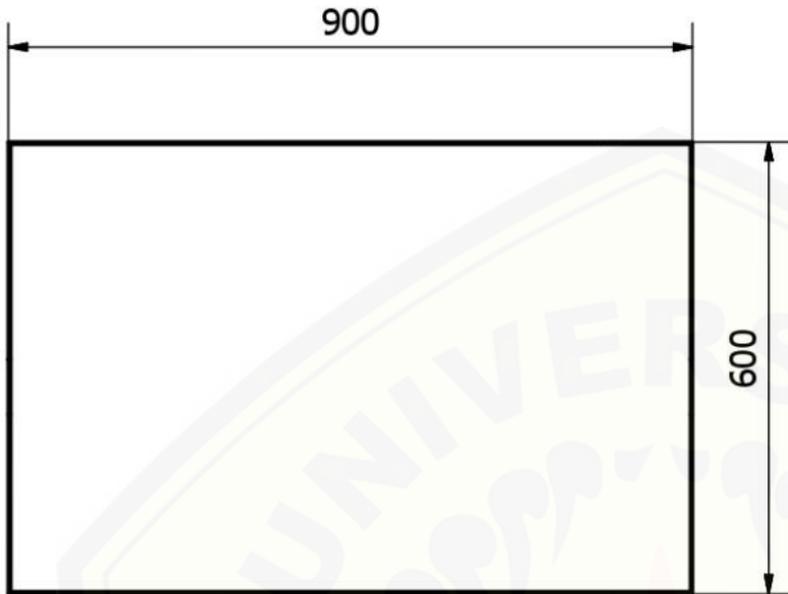
Peringatan :

TEKNIK MESIN

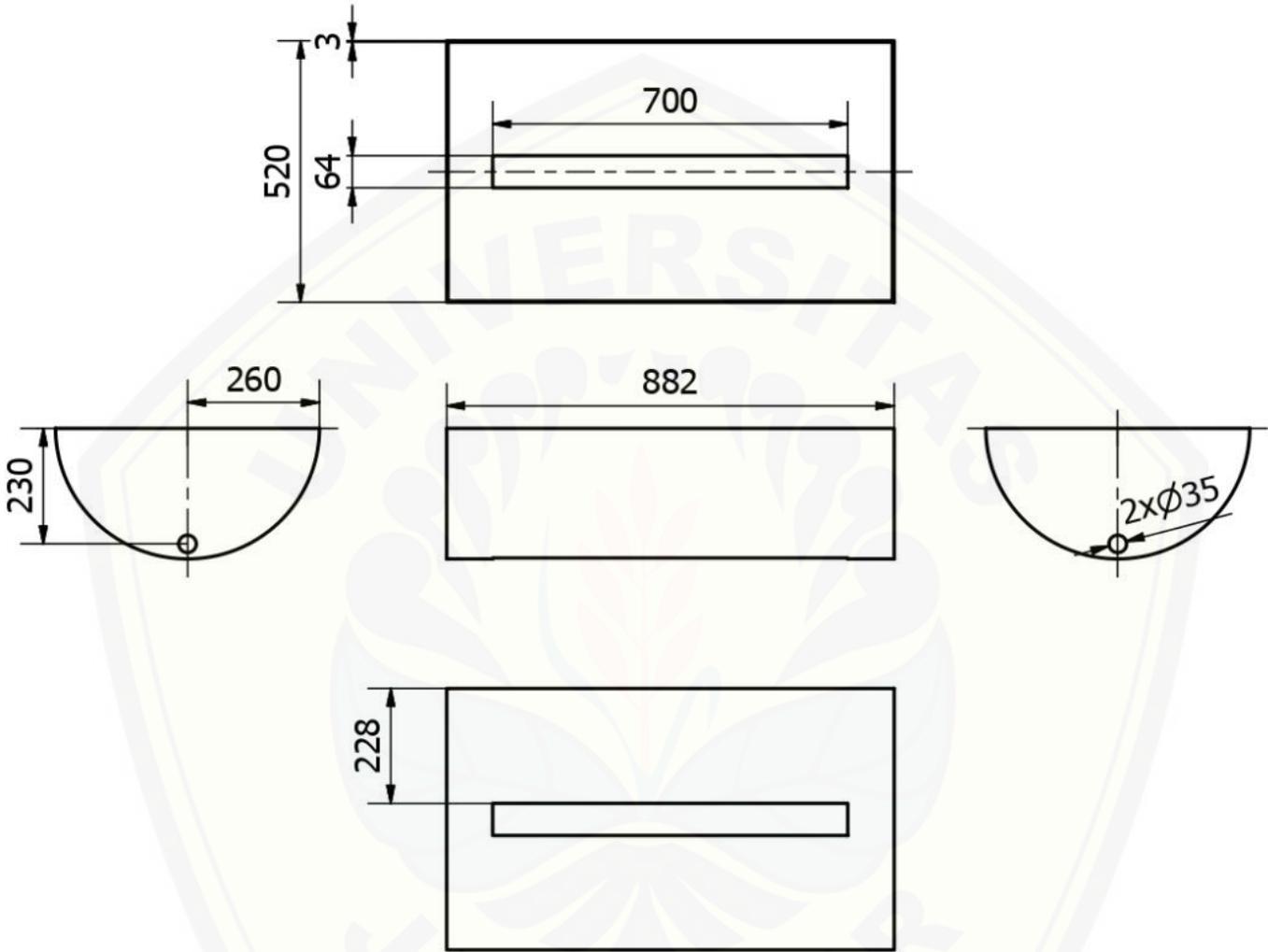
Rangka Mesin Pengering Biji Kakao

No 5

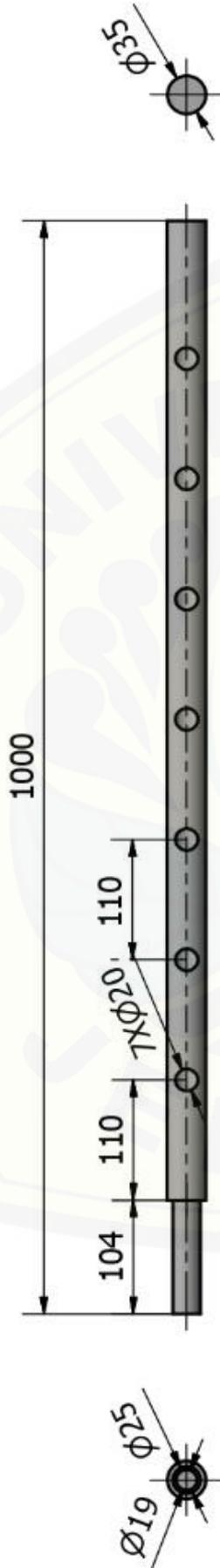
A4

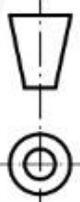


	Skala : 1 : 12	Nama : Robby Jauhari Irsyad	Peringatan :	
	Satuan : mm	NIM : 151903101012		
	Tanggal: 30 Juli 2019	Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T		
TEKNIK MESIN	Penutup Tabung Dalam		No 6	A4



	Skala : 1 : 14	Nama : Robby Jauhari Irsyad	Peringatan :	
	Satuan : mm	NIM : 151903101012		
	Tanggal: 30 Juli 2019	Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T		
TEKNIK MESIN	Tabung Luar Bawah		No 7	A4



	Skala : 1 : 12	Nama : Robby Jauhari Irsyad	Peringatan :
	Satuan : mm	NIM : 151903101012	
	Tanggal: 30 Juli 2019	Diperiksa : Santoso Mulyadi, S.T., M.T	
TEKNIK MESIN		Pipa Kompom	No 8
			A4