

**RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS KULIT ARI KACANG  
KEDELAI**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**BENNI ANDO PURBA**

**NPM : 178130151**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2022**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/5/23

Access From (repository.uma.ac.id)16/5/23

# **RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS KULIT ARI KACANG KEDELAI**

## **SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik  
Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh:

**BENNI ANDO PURBA**

**178130151**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

## HALAMAN PENGESAHAN SIDANG SKRIPSI

Judul Skripsi : Rancang Bangun Mesin Pemisah Kulit Ari Kacang  
Kedelai  
Nama Mahasiswa : Benni Ando Purba  
NIM : 17.813.0151  
Bidang Keahlian : Material Manufaktur

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

Medan, 19 Agustus 2022

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

(Ir. H. Amru Siregar, MT)  
NIDN. 0022065901

(Ir. H. Darianto, M.Sc)  
NIDN. 0126066502

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin

(Dr. Ridwan Syah, S.Kom, M.Kom)  
NIDN. 0105058804

(Muhammad Idris, ST., MT.)  
NIDN. 0106058104

Tanggal Lulus: 10 Februari 2022

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 19 Agustus 2022



Benni Ando Purba  
NPM: 178130151

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

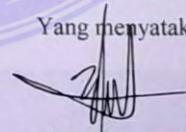
Nama : Benni Ando Purba  
NPM : 17.813.0151  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai. Dengan Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk perangkat data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 19 Agustus 2022

Yang menyatakan



(Benni Ando Purba)  
NPM.17.813.0151

## ABSTRAK

Nilai konsumsi kacang kedelai di wilayah Asia sangat tinggi dan sudah berlangsung sejak 3500 Tahun yang lalu. Indonesia sendiri kacang kedelai di olah menjadi berbagai jenis makanan sehari-hari contohnya tempe, tahu, susu kedelai, kecap. Kedelai pun dibedakan menjadi dua jenis yaitu kedelai putih dan kedelai hitam yang dimana kedelai hitam diolah menjadi kecap sementara kedelai putih dapat diolah menjadi tempe, tahu, dan sejenisnya. Untuk pengolahan kacang kedelai sendiri, kacang dijemur untuk menghilangkan atau mengurangi kadar air dalam kacang. Kemudian kacang digiling untuk memisahkan kulit dengan biji yang akan diolah. Kulit ari biji kacang kedelai harus dipisahkan dari bijinya perihal ini bertujuan guna mempermudah dalam proses pembuatan tempe. Proses penggilingan kacang kedelai dibedakan menjadi 3 proses *Screw*, *Disk* berputar, plat diam. Metode yang digunakan dalam pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai ini merupakan prosedur perancangan dengan menggunakan bahan besi UNP dan Besi siku sebagai rangka mesin dan dirancang sesuai dengan gambar yang dirancang, serta kacang kedelai sebagai bahan baku utama untuk proses pengujian. Mesin pengupas kulit ari kacang kedelai ini bekerja saat motor listrik dihidupkan, kemudian motor listrik akan memutar pully. Gerak putar dari motor listrik ditransmisikan dari pully penggerak ke pully pengupas yang terpasang pada poros menggunakan belt-V untuk memutar silinder/atau roll pengupas. Dari hasil penelitian uji coba mesin pengupas kulit ari kacang kedelai 50 kg/jam dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dalam pengupasan kulit ari kacang kedelai. Dihasilkan Mesin Pengupas Kulit ari kacang kedelai berbahan utama Stainless dan rangka menggunakan Besi UNP 50 mmx 30 mm dan Besi Siku 40 mm x 40 mm dengan tinggi 600 mm, lebar 450 mm serta panjang 700 mm, menggunakan motor listrik ½ hp 1450 rpm.

**Kata Kunci** : Mesin, Pengupas, Kulit, Ari, Kedelai.

## ABSTRACT

*The consumption value of soybeans in Asia is very high and has been going on for 3500 years. In Indonesia, soybeans are processed into various types of daily food, such as tempeh, tofu, soy milk, soy sauce. Soybeans are also divided into two types, namely white soybeans and black soybeans where black soybeans are processed into soy sauce while white soybeans can be processed into tempeh, tofu, and the like. For the processing of soybeans themselves, the beans are dried in the sun to remove or reduce the moisture content in the beans. Then the nuts are ground to separate the skin from the seeds to be processed. The epidermis of soybean seeds must be separated from the seeds, this aims to facilitate the process of making tempeh. The soybean milling process is divided into 3 processes: Screw, rotating disc, and stationary plate. The method used in the manufacture of this soybean husk peeler machine is a design procedure using UNP iron and elbow iron as the engine frame and designed according to the designed drawings, and soybeans as the main raw material for the testing process. This soybean husk peeler machine works when the electric motor is turned on, then the electric motor will rotate the pulley. The rotary motion of the electric motor is transmitted from the drive pulley to the stripping pulley mounted on the shaft using a V-belt to rotate the stripping cylinder/or roll. From the results of the research, trials of the 50 kg/hour soybean husk peeler machine were conducted to determine the performance of the tool in stripping soybeans. Produced soybean husk peeler machine made of stainless main and frame using UNP iron 50 mmx 30 mm and angle iron 40 mm x 40 mm with a height of 600 mm, a width of 450 mm and a length of 700 mm, using an electric motor hp 1450 rpm.*

**Keywords:** Machine, Peeler, Skin, Ari, Soybean.

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama Benni Ando Purba dilahirkan di AFD II Dolok Sinumbah pada tanggal 28 Desember 1995. Penulis merupakan anak ke empat dari empat bersaudara, pasangan Alm Guntur Purba dan Lesianna Turnip. Penulis menyelesaikan pendidikan di Smp Satrya Budi, dan lulus 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMK Abdi Sejati dengan Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan menjadi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Politeknik Mandiri Bina Prestasi Medan dan lulus pada tahun 2016. Pada Tahun 2017 Penulis Melanjutkan Pendidikan menjadi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Selesai Pada Tahun 2022.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Kasih dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi Tugas Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai dengan Kapasitas 50 kg/jam”.

Penyusunan Skripsi ini dilakukan guna untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam kegiatan penulis untuk menyelesaikan proposal ini, penulis telah banyak mendapat bantuan berupa bimbingan, arahan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S. Kom, M.Kom. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Muhammad Idris, ST, MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Amru Siregar.MT, Selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. H. Darianto, M.Sc Selaku dosen pembimbing II, yang bersedia membimbing dan meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini dapat selesai dalam waktu yang diharapkan oleh penulis.
5. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

6. Pegawai Fakultas Teknik khususnya Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
7. Kedua orang tua, Bapak, Ibu, Kakak serta abang dan semua keluarga yang memberikan dorongan dan semangatnya dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Medan Area.
8. Seluruh Teman-teman di fakultas Teknik, terkhusus Teman-teman Teknik Mesin Ekstensi Universitas Medan Area.
9. Yolanda Vega Widayana Silaban yang tidak lelah untuk selalu memberikan dorongan, semangat, dan motivasi untuk segera selesai dari perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih belum sempurna adanya, karena masih banyak kekurangan baik dari segi ilmu maupu susunan bahasanya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi menyempurnakan proposal ini ke arah yang lebih baik lagi.

Akhir kata bantuan dan budi baik yang telah penulis dapatkan, menghanturkan terima kasih dan hanya kepada Tuhan Yang Maha esa yang dapat memberikan limpahan berkat yang setimpal. Semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis sendiri tentunya.

Medan      Juni 2022

Penulis

**Benni Ando Purba**  
**NPM: 17.813.0151**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SIDANG SKRIPSI .....</b>	
Error! Bookmark not defined.	
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	
Error! Bookmark not defined.	
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	
Error! Bookmark not defined.	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Perancangan .....	3
1.5. Manfaat Perancangan .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Kacang Kedelai .....	4
2.2. Sistem Pemisahan .....	5
2.3. Dasar-Dasar Pemilihan Bahan .....	6

2.4.	Poros.....	7
2.4.1.	Macam-macam Poros .....	7
2.4.2.	Perencanaan Poros.....	8
2.4.3.	Perhitungan Pada Poros.....	10
2.5.	Bantalan ( <i>Bearing</i> ) .....	12
2.5.1.	Klasifikasi Bantalan ( <i>bearing</i> ) .....	12
2.6.	Sabuk-V .....	14
2.7.	Motor listrik .....	17
2.8.	Puli .....	19
2.9.	Pengupasan.....	20
2.9.1.	Hand peeling .....	20
2.9.2.	Aids Peeling .....	21
2.9.3.	Pengupasan Cara uap bertekan.....	23
2.9.4.	Machine peeling .....	23
2.10.	Mur dan Baut .....	23
2.11.	Proses Produksi (Manufaktur).....	24
2.12.	Proses pemotongan .....	26
2.13.	Pengelasan.....	28
2.13.1.	Trafo las listrik .....	29
2.13.2.	Teknik pengelasan.....	30
2.14.	Teknologi Pembuatan.....	35
2.14.1.	Proses Pemotongan .....	35
2.14.2.	Proses Pengeboran.....	36
2.14.3.	Pengerindaan .....	36
2.14.4.	Proses penyambungan bagian konstruksi mesin .....	36
2.14.5.	Proses Pembubutan .....	37
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PERANCANGAN.....</b>	<b>41</b>
3.1.	Tempat dan Waktu .....	41
3.2.	Metode kajian.....	42

3.3.	Prinsip Kerja Alat.....	42
3.4.	Alat dan Bahan.....	42
3.5.	Pelaksanaan.....	43
3.5.1.	Pembacaan Gambar.....	43
3.5.2.	Pemilihan bahan.....	44
3.5.3.	Pemotongan.....	44
3.5.4.	Pengeboran.....	44
3.5.5.	Pengelasan.....	44
3.6.	Cara pembuatan.....	44
3.7.	Diagrama Alir Penelitian.....	47
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>48</b>
4.1.	Pembuatan Desain Awal Alat.....	48
4.2.	Tahapan Desain.....	48
4.3.	Proses Produksi.....	49
4.3.1.	Silinder Pengupas.....	49
4.3.2.	Rangka.....	50
4.3.3.	Poros Penggerak.....	50
4.3.4.	Pully.....	51
4.3.5.	Motor Listrik.....	51
4.3.6.	Bearing.....	52
4.4.	Perhitungan Daya Motor.....	52
4.5.	Menentukan Kekuatan Poros.....	54
4.6.	Perhitungan Umur Bantalan.....	55
4.7.	Sabuk V.....	57
4.8.	Hasil Pengujian Alat.....	60
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1.	Kesimpulan.....	62
5.2.	Saran.....	62

**DAFTAR PUSTAKA ..... 63**

**DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 2. 1.	Gerak Rotary .....	5
Gambar 2. 2.	Poros.....	7
Gambar 2. 3.	Konstruksi antara Poros dan Bantalan Bantalan .....	12
Gambar 2. 4.	Bantalan Gelinding.....	13
Gambar 2. 5.	Macam-Macam Sabuk-V .....	14
Gambar 2. 6.	Konstruksi Penggerak .....	16
Gambar 2. 7.	Daya Rencana.....	17
Gambar 2. 8.	Klasifikasi Jenis Motor Listrik.....	17
Gambar 2. 9.	Prinsip Medan Magnet Utama Motor Satu Fasa .....	18
Gambar 2. 10.	Pulley .....	19
Gambar 2. 11.	Mur dan Baut .....	24
Gambar 2. 12.	Mesin Gerinda Potong .....	27
Gambar 2. 13.	Mesin Gerinda Tangan.....	28
Gambar 2. 14.	Trafo Las Listrik .....	30
Gambar 2. 15.	Jenis-Jenis Sambungan Dasar .....	33
Gambar 2. 16.	Sambungan Las Butt Joint .....	34
Gambar 2. 17.	Sambungan Las Lainnya .....	34
Gambar 2. 18.	Skema Dimensi Bagian Sambungan Las .....	34
Gambar 2. 19.	Mesin Bubut.....	38
Gambar 3. 1.	Diagram Alir Penelitian .....	47
Gambar 4. 1.	Silinder Pengupas.....	49
Gambar 4. 2.	Rangka Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai .....	50
Gambar 4. 3.	Poros.....	51
Gambar 4. 4.	Puli .....	51
Gambar 4. 5.	Daya Rencana.....	57
Gambar 4. 6.	Sudut Kontak Puli .....	59
Gambar 4. 7.	Kacang Kedelai Sebelum Dilakukan Pengupasan Kulit Ari.....	60
Gambar 4. 8.	Kacang Kedelai Sesudah dilakukan Pengupasan Kulit .....	61
Gambar 4. 9.	Kulit Ari Kacang Kedelai.....	61

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1. Macam-Macam Tabel .....	10
Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian.....	41
Tabel 3. 2. Alat dan Bahan.....	43



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Nilai konsumsi kacang kedelai di wilayah Asia sangat tinggi dan sudah berlangsung sejak 3500 Tahun yang lalu. Bahkan untuk Indonesia sendiri kacang kedelai di olah menjadi berbagai jenis makanan sehari-hari contohnya tempe, tahu, susu kedelai, kecap. Kedelai pun dibedakan menjadi dua jenis yaitu kedelai putih dan kedelai hitam yang dimana kedelai hitam diolah menjadi kecap sementara kedelai putih dapat diolah menjadi tempe, tahu, dan sejenisnya.

Kedelai putih lebih banyak beredar dipasaran dari pada kedelai hitam sehingga untuk pengolahan lebih bagus menggunakan kedelai putih agar sampel mudah didapat. Untuk pengolahan kacang kedelai sendiri, kacang dijemur untuk menghilangkan atau mengurangi kadar air dalam kacang. Kemudian kacang digiling untuk memisahkan kulit dengan biji yang akan diolah. Biji tersebut yang kemudian dapat kita beli dari pedagang untuk diolah menjadi apa yang kita mau.

Kulit ari biji kacang kedelai harus dipisahkan dari bijinya perihal ini bertujuan guna mempermudah dalam proses pembuatan tempe. Proses penggilingan kacang kedelai dibedakan menjadi 3 proses *Screw*, *Disk* berputar, plat diam. *Screw* proses ini merupakan yang paling baik digunakan karena prosesnya dapat memaksimalkan hasil dari pengupasan kulit ari kacang kedelai yang menjadi hambatannya adalah biaya pemasangan poros ulir yang mahal sehingga menjadi opsi yang perlu di pertimbangkan

untuk petani local [1], Plat datar merupakan proses yang memiliki daya tampung yang tinggi dan kinerja tercepat karena dapat mengolah sampai 60 kg/jam akan tetapi memiliki ketahanan yang rapuh sehingga diperlukan proses pengecekan secara berkala [2], Disk berputar ialah proses yang sangat proporsional di Antara yang yang lain karena dapat mengolah hingga 50 kg/jam, hasil yang baik, menggunakan alat ini dapat menghasilkan biji kedelai yang baik dan mengenai estimasi biaya tidak memberatkan petani [3]. Sehingga saya menggunakan proses pengolahan Disk berputar dengan mata pisau ukuran 3 inchi.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Kasus yang hendak sebagai pokok bahasan dalam penelitian ini adalah melakukan rancang bangun mesin pemisah kulit ari kacang kedelai dengan kapasitas 50 kg/jam.

### **1.3. Batasan Masalah**

Ruang lingkup ini menitik beratkan pada rancang bangun mesin pemisah kulit ari kacang kedelai dengan kapasitas 50 kg/jam. Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Membuat sistem penggerak putaran mesin
2. Membuat sistem transmisi pada puli
3. Merancang sistem dan membuat silinder pemisah
4. Merencanakan pemakaian daya dan putaran

#### **1.4. Tujuan Perancangan**

2. Membangun alat Pengupas kulit kacang kedelai.
3. Membangun sistem silinder pengupas.
4. Untuk mengukur kinerja mesin pemecah dan pemisah kulit ari kacang kedelai.

#### **1.5. Manfaat Perancangan**

Manfaat perancangan:

1. Bagi peneliti dapat menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang membangun alat tepat guna.
2. Bagi akademik, perancangan ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian tentang perancangan pembuatan teknologi tepat guna.
3. Bagi industry sebagai acuan atau pedoman dalam pembuatan alat teknologi tepat guna.
4. Memudahkan pengupasan kulit ari kacang kedelai.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

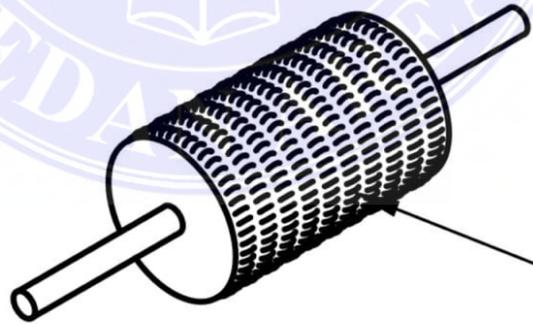
#### 2.1. Kacang Kedelai

Saat ini tanaman kedelai merupakan salah satu bahan pangan yang penting setelah beras disamping sebagai bahan pakan dan industri olahan. Karena hampir 90% digunakan sebagai bahan pangan maka ketersediaan kedelai menjadi faktor yang cukup penting. Selain itu, kedelai juga merupakan tanaman palawija yang kaya akan protein yang memiliki arti penting sebagai sumber protein nabati untuk peningkatan gizi dan mengatasi penyakit kurang gizi seperti busung lapar. Perkembangan manfaat kedelai disamping sebagai sumber protein, makanan berbahan kedelai dapat dipakai juga sebagai penurun kolesterol darah yang dapat mencegah penyakit jantung. Selain itu, kedelai dapat berfungsi sebagai antioksidan dan dapat mencegah penyakit kanker. Oleh karena itu, ke depan proyeksi kebutuhan kedelai akan meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat tentang makanan sehat. Produk kedelai sebagai bahan olahan pangan berpotensi dan berperan dalam menumbuhkembangkan industri kecil menengah bahkan sebagai komoditas ekspor. Kebutuhan kedelai pada tahun 2004 sebesar 2,02 juta ton, sedangkan produksi dalam negeri baru mencapai 0,71 juta ton dan kekurangannya diimpor sebesar 1,31 juta ton (litbang.pertanian.go.id 2005) Hanya sekitar 35% dari total kebutuhan dapat dipenuhi dari produksi dalam negeri sendiri. Upaya untuk menekan laju impor tersebut dapat ditempuh melalui strategi peningkatan produktivitas, perluasan areal tanam, peningkatan efisiensi produksi, penguatan

kelembagaan petani, peningkatan kualitas produk, peningkatan nilai tambah, perbaikan akses pasar, perbaikan sistem permodalan, pengembangan infra struktur, serta pengaturan tataniaga dan insentif usaha. Mengingat Indonesia dengan jumlah penduduk yang cukup besar, dan industri pangan berbahan baku kedelai berkembang pesat maka komoditas kedelai perlu mendapat prioritas untuk dikembangkan di dalam negeri untuk menekan laju impor.

## 2.2. Sistem Pemisahan

Gerak merupakan sebuah perubahan posisi ataupun kedudukan suatu titik pada benda terhadap titik acuan tertentu. Gerak rotary/rotasi silinder dapat didefinisikan sebagai gerak suatu benda dengan bentuk silinder dan lintasan lingkaran disetiap titiknyanya, dapat di katakan benda berputar melalui sumbu garis lurus yang melalui pusat lingkaran dan tegak lurus pada bidang lingkaran terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Gerak Rotary

### 2.3. Dasar-Dasar Pemilihan Bahan

Bahan yang merupakan syarat utama sebelum melakukan perhitungan komponen pada setiap perencanaan pada suatu mesin atau peralatan. Harus dipertimbangkan terlebih dahulu pemilihan mesin atau peralatan lainnya. Selain itu pemilihan bahan juga harus selalu sesuai dengan kemampuannya. Jenis-jenis bahan dan sifat-sifat bahan yang akan digunakan, misalnya tahan terhadap keausan, korosi dan sebagainya.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan untuk komponen-komponen alat ini adalah:

a. Bahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya:

Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian alat bantu sangat perlu diperhatikan. Untuk perancangan harus mempunyai pengetahuan yang memadai tentang sifat mekanik, kimia, termal untuk mesin seperti baja besi cor, logam bukan besi (non ferro), dan sebagainya. Hal-hal tersebut berhubungan erat dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan ketahanan alat yang direncanakan.

b. Bahan yang mudah ditemukan:

Yang dimaksud bahan mudah didapat adalah bagaimana usaha agar bahan yang dipilih untuk membuat komponen yang direncanakan itu selain memenuhi syarat juga harus mudah didapat dipasaran. Pada saat proses pembuatan alat terkadang mempunyai kendala pada saat menemukan bahan yang akan digunakan. Maka dari itu, bahan yang akan digunakan harus mudah ditemukan di pasaran agar tidak menghambat pada saat proses pembuatan.

c. Efisiensi dalam perencanaan dan pemakaian

Dalam rancang bangun ini harus diperhatikan bahan yang seefisien mungkin. Dimana hal ini tidak mengurangi fungsi dari komponen – komponen tersebut sehingga material yang digunakan tidak terbuang dengan percuma.

d. Sifat Teknik Bahan

Untuk mengetahui bahan yang akan digunakan dapat dikerjakan menggunakan proses permesinan atau tidak. Kita perlu mengetahui sifat teknis bahan tersebut.

## 2.4. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin, Hampir semua mesin meneruskan gaya bersama-sama dengan putaran. Gambar 2.2 peranan utama dalam transmisi seperti dipegang oleh poros [4].



Gambar 2. 2. Poros

### 2.4.1. Macam-macam Poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

a) Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantai, dll.

b) Spindel

Poros transmisi yang relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

c) Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban punter, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol sebagai poros utama dari mesin totak, dll, poros luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah.

#### 2.4.2. Perencanaan Poros

Untuk merencanakan sebuah poros, harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a) Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dan lain-lain. Kelelahan, tumbukkan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau

bila ada poros mempunyai alur pasak harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban diatas.

b) Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidakteitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi).

c) Putaran Kritis

Bila putaran suatu mesin dinaikkan pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dan sebagainya serta dapat mengakibatkan kerusakan pada bagian-bagian lainnya sehingga poros harus direncanakan rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

d) Korosi

Bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros propeler dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam kavitasi, dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama. Sampai batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.

e) Bahan Poros

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan dari ingot yang di "kill" (baja yang dideoksidasikan dengan ferrosilicon dan dicor; kadar karbon terjamin).

Poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel,, baja khrom, dan sebagainya namun pemakaian baja khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya putaran tinggi dan beban berat.

#### 2.4.3. Perhitungan Pada Poros

Perhitungan yang digunakan dalam merancang poros utama yang mengalami beban puntir dan beban lentur dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2. 1. Macam-Macam Tabel [5]

Standar dan Macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (Kg/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin ( JIS G 4501 )	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
Batang baja yang difinis dingin	S35C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut, atau gabungan antara hal-hal tersebut.
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

a) Besar tegangan yang diijinkan:

$$\sigma_t = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times sf_2 \times C_b} \dots\dots\dots (2. 1)$$

Keterangan:

$\sigma_t$  = Tegangan Tarik yang diijinkan (N/mm<sup>2</sup>)

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

Sf = faktor keamanan

$C_b$  = Faktor pemakaian

b) Perhitungan gaya-gaya pada poros

$$P_d = f_c \times P \text{ (Kw)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

$P_d$  = daya rencana (Kw)

$f_c$  = faktor koreksi

$P$  = Daya normal (Kw)

c) Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

$T$  = momen rencana (kg.mm)

$n_1$  = putaran poros (rpm)

d) Menentukan diameter poros

$$d = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

$d$  = diameter poros

$K_m$  = faktor koreksi momen lentur

$M$  = momen lentur (kgmm)

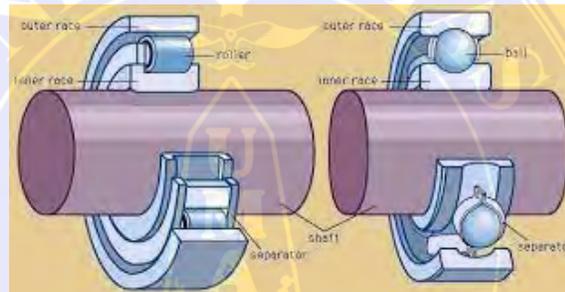
$K_t$  = faktor koreksi momen puntir

$T$  = momen puntir (kgmm)

## 2.5. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan merupakan elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur dalam pemakaian. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak bekerja secara semestinya. Konstruksi poros dan bantalan dapat di lihat pada gambar

2. 3.



Gambar 2. 3. Konstruksi antara Poros dan Bantalan Bantalan

### 2.5.1. Klasifikasi Bantalan (*bearing*)

#### a. Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraannya lapisan pelumas.

### b. Bantalan Gelinding

Gambar 2. 4 merupakan bantalan gelinding. Bantalan ini terjadi gesekan antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum, dan rol bulat.



Gambar 2. 4. Bantalan Gelinding

Rumus perhitungan dalam perancangan bantalan adalah sebagai berikut:

$$P = (X \times F_r) + (Y \times F_a) \dots\dots\dots (2. 5)$$

Dimana:

P = beban ekuivalen

X = Faktor radial

Y = Faktor Aksial

$F_r$  = Beban radial (kg)

$F_a$  = Beban Aksial ( kg)

Umur nominal,  $L_h$  adalah:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \dots\dots\dots (2. 6)$$

$$L_h = 10^6 \frac{L}{(60 \times n)}$$

Dimana:

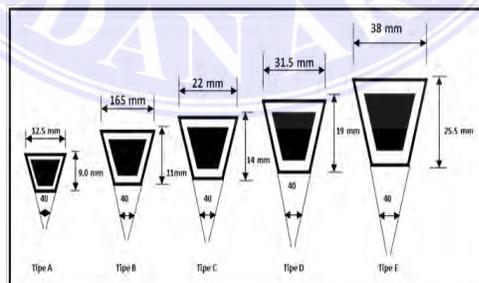
L = Umur nominal (rpm)

C = Beban nominal dinamis (kg)

P = Beban eqivalen (kg)

**2.6. Sabuk-V**

Sabuk-V adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 1991:163). Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain di mana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Macam-Macam Sabuk-V

Perhitungan pada daya rencana sabuk menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Pd = fc . P \dots\dots\dots (2. 7)$$

Dimana:

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$F_c$  = Faktor koreksi

$P$  = Daya out put motor penggerak (kW)

Perhitungan panjang keliling sabuk:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$L$  = Panjang keliling sabuk

$C$  = Jarak Sumbu Poros

$D_p$  = Diameter puli yang digerakkan

$d_p$  = Diameter puli Penggerak

Sudut kontak ( $\theta$ ):

$$\theta = 180 - 57 \frac{(D_p - d_p)}{C} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

$L$  = Panjang keliling

$\theta$  = Sudut Kontak

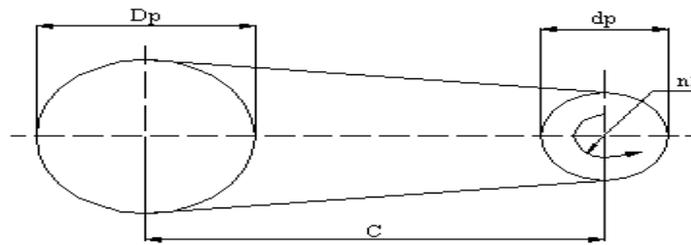
$C$  = Jarak Sumbu Poros (mm)

$D_p$  = Diameter puli yang digerakkan

$d_p$  = Diameter Puli penggerak

Perhitungan kecepatan sabuk dapat dilihat pada gambar 2.6.

$$V = \frac{\pi D_1 n_1}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (2.10)$$



Gambar 2. 6. Konstruksi Penggerak

$V$  = Kecepatan puli (m/s).

$D_p$  = Diamter Puli yang digerakkan

$d_p$  = Diamter puli penggerak

Perbandingan reduksi:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

$i$  = perbandingan reduksi

$n_1$  = putaran pili penggerak

$n_2$  = putaran puli yang digerakkan

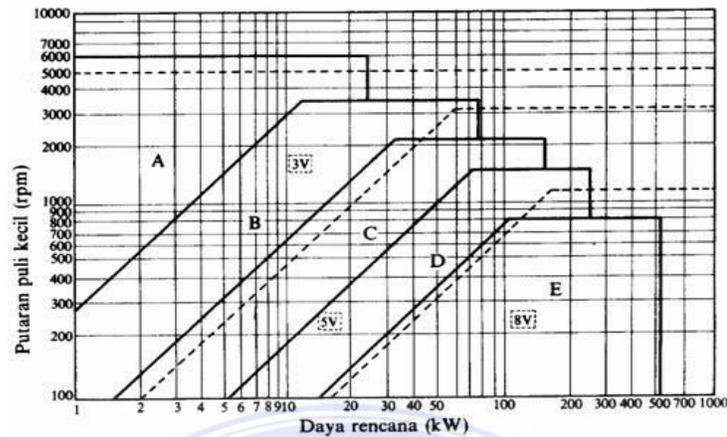
Momen Rencana ( $T_1, T_2$ ):

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \left( \frac{P_d}{n_1} \right) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

$P_d$  = daya rencana (kw)

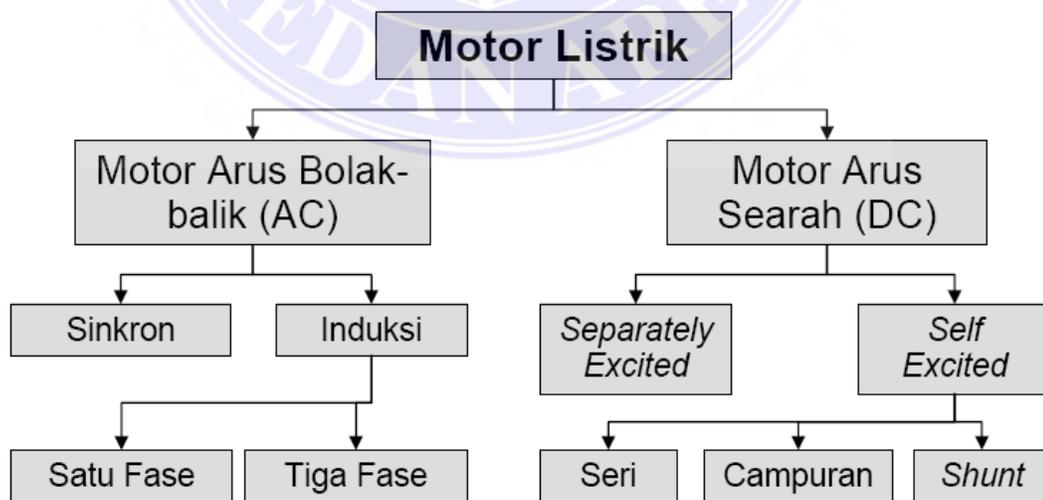
$n_1$  = putaran puli penggerak



Gambar 2. 7. Daya Rencana

### 2.7. Motor listrik

Motor listrik termasuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Gambar 2.8 ini adalah bagan mengenai macam-macam motor listrik berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi yang terangkum dalam klasifikasi motor listrik.

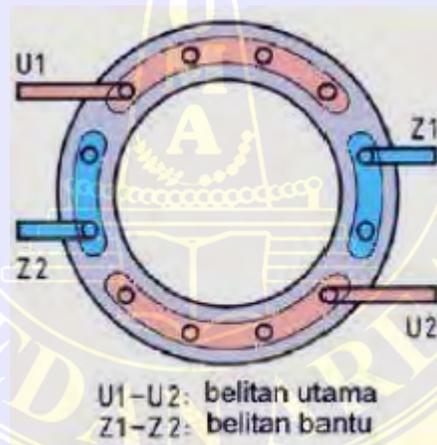


Gambar 2. 8. Klasifikasi Jenis Motor Listrik

Berdasarkan karakteristik dari arus listrik yang mengalir, motor ac (Alternating Current, Arus bolak-balik) terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. Motor listrik AC/ arus bolak-balik 1 fasa
2. Motor listrik AC/ arus bolak-balik 3 fasa

Gambar 2. 9 merupakan prinsip kerja Motor AC satu fasa berbeda Motor AC satu fasa berbeda cara kerjanya dengan motor AC tiga fasa, dimana pada motor AC tiga fasa untuk belitan statornya terdapat tiga belitan yang menghasilkan medan putar dan pada rotor sangkar terjadi induksi dan interaksi torsi yang menghasilkan putaran. Sedangkan pada motor satu fasa memiliki dua belitan stator, yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2) dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2).



Gambar 2. 9. Prinsip Medan Magnet Utama Motor Satu Fasa

Satuan daya motor listrik dibedakan menjadi dua sebagai berikut:

1. Untuk USC (US Costumer System), satuan yang digunakan adalah HP.
2. Untuk SI (System Internasional), satuan yang digunakan adalah Watt.

Dalam hal ini yang perlu diperhitungkan dalam daya motor adalah gaya yang bekerja pada waktu penggilingan dan torsi yang terjadi. Menurut [6] rumus yang digunakan untuk menghitung daya adalah:

$$T = 9.74.10^5 = \frac{Pd}{n} \dots\dots\dots (2. 13)$$

Dimana:

T = Momen Puntir (Kg.mm)

Pd = Daya rencana (Kw)

N = Putaran poros (rpm)

## 2.8. Puli

Sebuah mesin sering menggunakan sepasang pulley untuk mereduksi kecepatan dari motor listrik, dengan berkurangnya kecepatan motor listrik maka tenaga dari mesinpun ikut bertambah. Pulley dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa flat belt, V-belt atau circular belt. Cara kerja pulley sering digunakan untuk mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi terlihat pada Gambar 2. 10.



Gambar 2. 10. Pulley

Rasio transmisi pada pulley adalah perbandingan antara kecepatan pulley penggerak dengan pulley yang digerakkan atau perbandingan diameter pulley yang di gerakkan dengan diameter pulley penggerak. Maka rasio transmisi pada pulley dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

N1 = Putaran pulley penggerak (rpm)

N2 = Putaran pulley yang di gerakkan (rpm)

D1 = Diameter pulley yang menggerakkan.(mm)

D2 = Diameter pulley yang di gerakkan (mm)

## 2.9. Pengupasan

Pengupasan merupakan proses sebelum dilakukan pengolahan bahan pangan yang siap untuk dikonsumsi. Tujuan dari pengupasan yaitu untuk menghilangkan kulit bagian luar buah atau sayur. Ini dilakukan untuk mengurangi dan meminimalisir terjadinya kontaminasi. Pengupasan biasanya dilakukan dengan alat bantu berupa pisau yang biasanya terbuat dari besi, baja maupun dari stainlesssteel.

Adapun jenis-jenis pengupasan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

### 2.9.1. Hand peeling

Pengupasan dengan tangan dilakukan menggunakan pisau biasa atau stainlesssteel. Agar mendapatkan hasil akhir yang baik, sebaiknya menggunakan pisau yang terbuat dari stainless steel supaya tidak terjadi perubahan warna gelap pada buah

yang dilakukan pengupasan. Cara ini efektif untuk pengupasan buah yang berukuran besar.

Pengupasan dengan tangan dapat mengakibatkan banyak daging buah yang terbuang, karena kemampuan pengupasan setiap orang berbeda-beda serta limbah yang dihasilkan cukup banyak. Selain itu pengupasan dengan menggunakan tangan atau pisau kemudian membiarkan buah terlalu lama terkena kontak langsung dengan udara, mengakibatkan buah teroksidasi dan beresiko dan menurunkan mutu dari buah. Penggunaan pisau pada metode ini sangat berpengaruh, jika pisau yang digunakan yaitu pisau biasa. Pada umumnya, pisau biasa kondisi permukaannya lebih kasar daripada stainlesssteel sehingga dari perbedaan ini dapat menyebabkan buah menjadi rusak dan terjadi proses pencoklatan, sedangkan dengan menggunakan pisau stainlesssteel permukaannya lebih halus sehingga buah tidak mudah rusak dan pencoklatan pada buah dapat diminimalisir. Perbedaan dari penggunaan pisau ini terlihat dari warna yang dihasilkan, dengan menggunakan pisau stainlesssteel warna yang dihasilkan lebih bagus dari pada pisau biasa.

### 2.9.2. Aids Peeling

Pengupasan ini dilakukan dengan cara bantuan perlakuan pendahuluan. Perlakuan-perlakuannya sebagai berikut:

#### a. *Steaming*

Cara pengupasan steaming ini hampir sama dengan cara pengupasan scalding.

Perendaman dilakukan dengan uap air yang panas dan dengan waktu 1-2 menit.

b. *Scalding*

Cara pengupasan scalding yaitu untuk mempermudah lepasnya kulit dengan cara merendamkan buah pada air mendidih dengan waktu singkat. Selanjutnya buah direndamkan pada air dingin, hal tersebut bertujuan supaya kulit buah menjadi retak. Setelah itu buah ditiriskan dan dilakukan pengupasan.

c. *Flame Peeling*

Cara ini dilakukan dengan melewati buah pada nyala api dengan tujuan supaya kulit buah mengkerut dan mudah dilepaskan dari buah dengan menggunakan tangan dan kemudian dilakukan penyemprotan dengan air. Cara ini cukup efektif, karena bagian buah yang terbuang lebih sedikit.

d. *Lye peeling*

Cara ini dilakukan untuk pengupasan buah dan sayur karena memberikan hasil yang optimal. Proses pengupasannya yaitu dengan melewati atau merendamkan buah pada larutan alkali. Konsentrasi larutan dan waktu perendaman tergantung pada macam dan kualitas buah yang dilakukan pengupasan. Karena itu perlu diperhatikan kesamaan ukuran maupun kematangan pada buah. Buah yang kurang masak sebaiknya diperlakukan pada konsentrasi larutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah yang sudah masak. Perendaman buah dilakukan selama 1-5 menit. Alat-alat yang digunakan untuk pengupasan dengan larutan alkali harus bebas dari aluminium, kuningan, seng, timbal, timbal, kayu, kobalt maupun perunggu karena NaOH akan merusak bahan-bahan tersebut. Contoh buah yang dapat dikupas dengan alkali adalah peach, pear dan tomat, sayuran seperti kentang, bit, wortel, dan bawang (Utomo, 2009).

### 2.9.3. Pengupasan Cara uap bertekan

Pengupasan uap bertekanan dilakukan dengan tekanan 1500 Kpa selama 15-30 detik kemudian dilakukan penyemprotan dengan air. Pengupasan dengan cara lain dapat dilakukan dengan cara Flame Peeling, tetapi cara ini mengakibatkan kehilangan komposisi buah sebesar 9% sebab cara ini dilakukan pada suhu yang tinggi yaitu 1000oC kemudian dilakukan penyemprotan dengan air. Cara ini dilakukan pada bawang putih, kentang, ketela rambat dan beet (Utomo, 2009).

### 2.9.4. Machine peeling

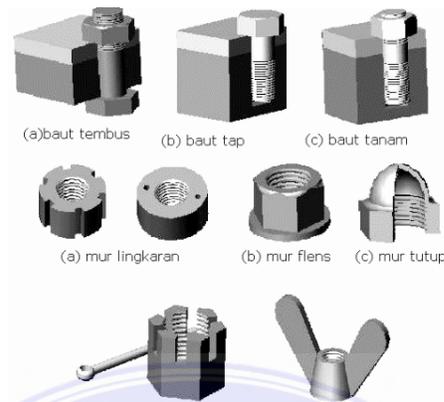
Pengupasan dengan mesin ini bekerja secara terus-menerus, mesin pengupas ini terdiri dari lempengan yang permukaannya kasar yang berputar dan bergesekan langsung dengan permukaan buah. Gesekan yang dihasilkan antara buah dengan permukaan kasar akan menyebabkan terkelupasnya kulit buah. Untuk buah dengan bentuk yang tidak beraturan, limbah yang dihasilkan besar tetapi proses pengupasannya lebih cepat (Utomo, 2009).

## 2.10. Mur dan Baut

Gambar 2. 11 merupakan mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin. Untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada mesin, pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya. Pada mesin ini, mur dan baut digunakan untuk mengikat beberapa komponen, antara lain:

1. Pengikat bantalan
2. Pengikat pada dudukan motor listrik

### 3. Pengikat pada puli



Gambar 2. 11. Mur dan Baut

Untuk menentukan jenis dan ukuran mur dan baut, harus memperhatikan beberapa faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan dan lain sebagainya. Ada pun gaya-gaya yang bekerja pada baut berupa:

1. Beban statis aksial murni.
2. Beban aksial bersama beban puntir.
3. Beban geser.

#### 2.11. Proses Produksi (Manufaktur)

Manufaktur merupakan proses mengubah bahan baku menjadi produk melalui bermacam-macam proses mesin dan operasional mengikuti perencanaan yang terorganisasi dengan baik. Suatu produk dapat dibuat dengan berbagai cara, dimana pemilihan cara pembuatan tergantung beberapa bagian:

1. Jumlah produk yang akan dibuat mempengaruhi pemilihan proses pembuatan sebelum proses dijalankan. Hal ini berkaitan dengan pertimbangan segi ekonomis.
2. Kualitas produk yang ditentukan oleh fungsi dari komponen tersebut. Kualitas produk yang akan dibuat harus mempertimbangkan kemampuan dari produksi yang tersedia.
3. Fasilitas produksi yang dimiliki yang dapat digunakan sebagai pertimbangan segi kualitas dan kuantitas produksi yang akan dibuat.
4. Penyeragaman (standarisasi), terutama pada produk yang merupakan komponen atau elemen umum dari suatu mesin, yaitu dengan mempunyai sifat mampu tukar (interchangeable). Penyeragaman yang dimaksud meliputi bentuk geometri dan keadaan fisik.

Dalam proses produksi atau manufaktur benda kerja terutama yang berasal dari bahan logam dapat dikelompokkan menjadi:

1. Proses pengecoran
2. Proses pembentukan
3. Proses pemotongan
4. Proses penyambungan
5. Proses perlakuan fisik
6. Proses pengerjaan akhir.

## 2.12. Proses pemotongan

Proses pemotongan hingga saat ini masih tetap merupakan proses yang paling banyak digunakan (60% sampai dengan 80%) di dalam membuat suatu komponen-komponen mesin yang lengkap. Dengan demikian tidak mengherankan jika sampai kini berbagai penelitian mengenai proses pemotongan tetap dilakukan untuk berbagai tujuan.

Dalam pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai menggunakan beberapa alat/mesin untuk pemotongan bahan. Adapun peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan rangka mesin ini adalah:

### a. Mesin Gerinda

Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong ataupun mengerus benda kerja dengan tujuan kebutuhan tertentu. Penggerindaan dapat menghasilkan permukaan akhir sesuai dengan yang dikehendaki dari yang kasar hingga yang halus. Prinsip kerja mesin gerinda ialah batu gerinda berputar dan bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan atau pemotongan.

Fungsi dari mesin gerinda adalah:

- 1) Memotong benda kerja yang ketebalannya tidak relatif tebal.
- 2) Menghaluskan dan meratakan benda kerja.
- 3) Sebagai proses akhir pada benda kerja (finishing)
- 4) Menghilangkan sisi tajam benda kerja

Terdapat Jenis- jenis mesin gerinda antara lain:

### 1. Mesin Gerinda potong

Gambar 2. 12 mesin yang digunakan sebagai alat pemotong benda kerja dengan menggunakan mata pemotong berupa batu gerinda yang tipis.



Gambar 2. 12. Mesin Gerinda Potong

### 2. Mesin Gerinda tangan

Mesin gerinda tangan banyak digunakan karena memiliki ukuran yang kecil dapat dibawa kemana mana dengan mudah. Maka mesin ini lebih sering digunakan untuk menghaluskan permukaan, seperti menghaluskan hasil pemotongan, meratakan hasil pengelasan dan lain sebagainya dapat terlihat pada gambar 2. 13.



Gambar 2. 13. Mesin Gerinda Tangan

### 3. Kecepatan Putar Batu Gerinda

Secara teoritis kecepatan putar batu gerinda dapat dihitung menggunakan rumus:

$$n = \frac{V_c \times 1000 \times 60}{\pi \times d} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana:

$n$  = kecepatan putar (rpm)

$V_c$  = kecepatan potong (m/menit)

$d$  = diameter batu gerinda (mm)

## 2.13. Pengelasan

Las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Agar penyambungan dapat berhasil ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Benda padat tersebut dapat cair oleh panas.
2. Anatar benda-benda padat yang disambung tersebut terdapat kesesuaian sifat lasnya.

Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus benar-benar memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya. Prosedur pengelesan sepertinya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu pegelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin sambungan las harus direncanakan pula tentang cara pengelasan.

#### 2.13.1. Trafo las listrik

Gambar 2. 14 merupakan travo las adalah mesin yang digunakan untuk melakukan kegiatan pengelasan baik diluar ruangan maupun didalam ruangan, asalkan memiliki sumber listrik untuk menyalakan mesin travo las tersebut. Sedangkan pengertian dari pengelasan itu sendiri adalah suatu proses pengerjaan penyambungan dua benda atau lebih untuk dijadikan menjadi satu.

Dalam teknik pengelasan dengan menggunakan travo las ini, dapat dibedakan menjadi dua jenis sumber listriknya, yaitu diantaranya:

- a. Travo las yang sumber listriknya dengan menggunakan generator /genset.
- b. Travo las yang sumber listriknya dari transformator / instalasi listrik.



Gambar 2. 14. Trafo Las Listrik

### 2.13.2. Teknik pengelasan

Sebelum proses pengelasan dilaksanakan, sebaiknya kita mengetahui prosedur pengelasan yang benar. Teknik dan prosedur pengelasan yang benar akan mengurangi kegagalan dalam proses pengelasan.

Benda kerja yang akan dilas sebaiknya dilas titik terlebih dahulu agar pada saat pengelasan posisi yang diinginkan tidak berubah, dimana Panjang dan jarak normal las titik adalah sebagai berikut:

#### a. Panjang las titik

- 1) Untuk las titik pada ujung-ujung sambungan biasanya tiga sampai empat kali tebal plat dan maksimum 25 mm.
- 2) Untuk las titik berada diantar ujung-ujung sambungan biasanya dua sampai tiga kali tebal plat dan maksimum 35 mm.

#### b. Jarak normal las titik

- 1) Untuk jarak plat baja lunak (*mild steel*) dengan tebal 3,0 mm jaraknya adalah 150 mm.

- 2) Jarak ini bertambah 25 mm untuk setiap penambahan plat 1 mm hingga jarak maksimum 600 mm untuk tebal 33 mm.

Apabila Panjang las kurang dari dua kali jarak normal diatas, cukup dibuat las titik pada kedua ujungnya. Pada sambungan las T jarak las titik dibuat dua kali jarak normal diatas.

Untuk menganalisa kekuatan pengelasan dipengaruhi beberapa factor, antara lain:

- 1) Tergantung pada konstruksinya.
  - 2) Jenis penampang pengelasan.
  - 3) Jenis bahan, tambah(elektroda) pengelasan.
  - 4) Kesesuaian penetapan arus (ampere) pada saat proses pengelasan.
- c. Kesalahan saat melakukan pengelasan.

Ada beberapa kesalahan dalam melakukan pnegelasan yaitu:

- 1) Tidak tepat melakukan pemilihan besar diameter elektroda pengelasan.
- 2) Tidak dapat mengontrol cairan terak sehingga kampuh pengelasan keropos.
- 3) Kesalahan operator Ketika melakukan pengelasan (keadaan jasmani dan rohani harus sehat).
- 4) Pengaturan arus (amper) pengelasan

Besar kecilnya amper las terutama tergantung pada besarnya diameter elektroda dan tipe elektroda. Kadang kala juga terpengaruh oleh jenis bahan yang dilas dan oleh posisi atau arah pengelasan. Biasanya, tiap pabrik pembuat elektroda mencantumkan table variabel penggunaan arus las yang disarankan pada bagian luar kemasan

elektroda. Dialain pihak seorang operator las yang berpengalaman akan dengan mudah menyesuaikan arus las dengan mendengarkan, melihat busur las atau hasil las.

Elektroda las busur secara umum terdiri dari inti elektroda dan salutan elektroda atau bagian pembungkus inti. Adapun bahan inti elektroda dibuat dari logam ferro dan non ferro, misalnya: baja karbon, baja paduan, alumunium, kuningan dan lain sebagainya. Inti dari salutan elektroda las mempunya fungsi antara lain:

1) Elektroda las busur

Sebagai penghantar arus listrik dari tang elektroda lebusur yang terbentuk, setelah bersentuhan dengan benda kerja.

2) Salutan elektroda

- a) Untuk memberikan gas pelindung pada logam yang dilas, melindungi kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair.
- b) Membentuk lapisan terak yang melapisi hasil pengelasan dari oksidasi udara selama proses pengelasan.
- c) Mencegah proses penyalahan.
- d) Mengontrol stabilitas busur.

Salutan elektroda peka terhadap lembab, oleh karena itu elektroda yang telah dibuka dari bungkusnya disimpan dalam kabinet pemanas (oven) yang bersuhu kira-kira  $15^{\circ}\text{C}$  lebih tinggi dari suhu udara luar. Apabila tidak demikian, maka kelembaban akan menyebabkan hal-hal sebagai berikut:

- a) Salutan mudah terkelupas, sehingga sulit untuk menyalakan.
- b) Percikan yang berlebihan.
- c) Busur tidsk stabil

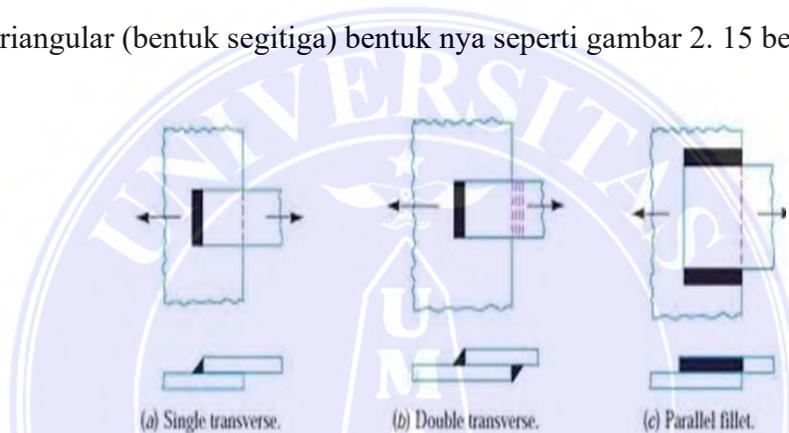
d) Asap yang berlebihan.

d. Tipe sambungan las

Secara umum sambungan dibagi dalam dua tipe:

1) Lap Joint atau fillet joint

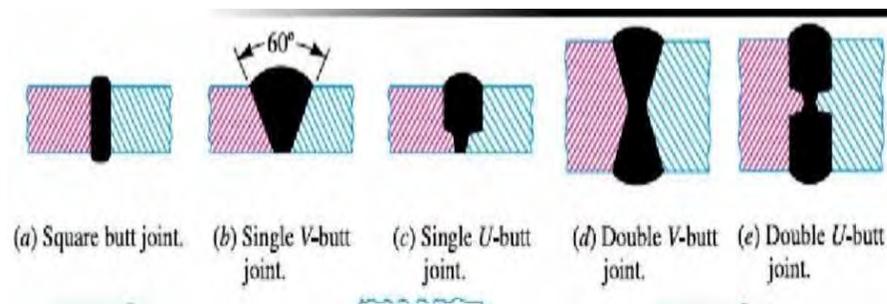
Sambungan ini diperoleh dengan pelapisan plat dan kemudian mengelas sisi dari plat-plat. Bagian penampang fillet (sambungan las tipis) mendekati triangular (bentuk segitiga) bentuk nya seperti gambar 2. 15 berikut:



Gambar 2. 15. Jenis-Jenis Sambungan Dasar

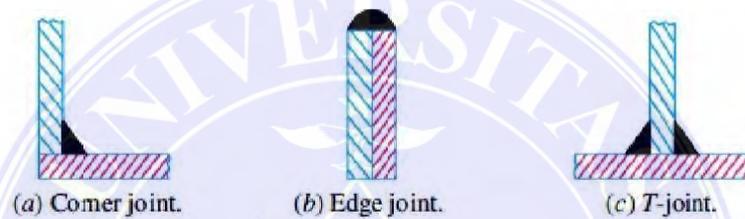
2) Butt Joint

Butt joint diperoleh dengan menempatkan sisi plat. Dalam pengelasan butt, sisi plat tidak memerlukan kemiringan jika ketebalan plat kurang dari 5 mm sampai 12,5 mm, maka sisi dimiringkan berbentuk alur V atau U pada kedua sisi. Dapat dilihat pada Gambar 2.16.



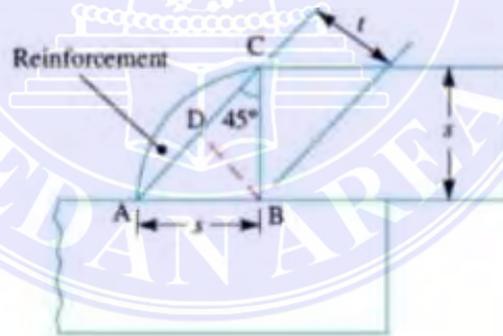
Gambar 2. 16. Sambungan Las Butt Joint

Jenis lain sambungan las dapat dilihat pada gambar 2. 17 dibawah ini



Gambar 2. 17. Sambungan Las Lainnya

Gambar 2.18 merupakan skema dimensi sambungan las lainnya.



Gambar 2. 18. Skema Dimensi Bagian Sambungan Las

Untuk menentukan kekuatan sambungan las, diasumsikan bahwa bagian fillet segitiga ABC dengan sisi miring AC seperti terlihat pada Gambar 2. Panjang setiap sisi diketahui sebagai ukuran las dengan jarak tegak lurus kemiringan BD adalah tebal leher.

Luas minimum las diperoleh pada leher BD, yang diberikan dengan hasil dari tebal leher dan Panjang las.

Misalkan  $t$  = tebal leher (BD)

$s$  = Ukuran las = Tebal Plat,

$l$  = Panjang las

a. Ketebalan Leher

$$t = s \cdot \sin 45^\circ = 0,707 \cdot s \dots\dots\dots (2.16)$$

b. Luas Minimum atau Luas leher

$$A = t \cdot l = 0,707 \cdot s \cdot l \dots\dots\dots (2.17)$$

c. Kekuatan Tarik Sambungan untuk Fillet Tunggal

$$P = 0,707 \cdot s \cdot l \cdot \tau \dots\dots\dots (2.18)$$

d. Kekuatan Tarik Sambungan Las Fillet Ganda (double fillet weld)

$$P = 2 \cdot 0,707 \cdot s \cdot l \cdot \sigma\tau = 1,414 \cdot s \cdot l \cdot \tau \dots\dots\dots (2.19)$$

## 2.14. Teknologi Pembuatan

### 2.14.1. Proses Pemotongan

Proses pemotongan logam (cutting process) adalah memotong logam untuk mendapatkan bentuk dan ukuran serta kualitas permukaan potong yang direncanakan. Proses pemotongan logam dilakukan dengan perkakas/pahat yang khusus, sesuai dengan jenis proses pemotongannya. Jadi perkakas/pahat untuk proses yang satu tidak dapat dipakai pada proses yang lainnya, bahkan untuk proses yang sejenis tidak dapat dipertukarkan pahat bila rencana pemotongannya tidak sama.

#### 2.14.2. Proses Pengeboran

Pengeboran merupakan proses yang dimaksud untuk membuat lubang silindris. Mesin yang digunakan dalam proses pengeboran adalah mesin bor lantai atau mesin bor tangan.

#### 2.14.3. Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk menghaluskan atau meratakan bagian bagian dari hasil pemotongan. Alat yang dipakai dalam penggerindaan adalah mesin gerinda tangan.

#### 2.14.4. Proses penyambungan bagian konstruksi mesin

Penyambungan merupakan bagian proses untuk merangkai bagian bagian dari mesin. Terdapat beberapa prinsip dalam metode penyambungan antara lain:

##### a) Secara mekanis

Penyambungan secara mekanis menggunakan gaya mekanik terutama pada gaya tarik, gaya tekan dan gaya geser. Sambungan yang menggunakan gaya Tarik dan tekan yaitu baut dan mur, keeling.

##### 1) Penyambungan dengan menggunakan baut

Penyambungan menggunakan baut dan mur biasanya dilakukan pada satu atau dua bagian dengan tujuan agar mudah dibongkar dan dipasang Kembali.

##### 2) Pengelingan

Penyambungan dengan menggunakan paku keling yang ditanam pada bagian yang akan disambung. Biasanya dilakukan pada plat.

### 3) Pengelasan

Pengertian pengelasan menurut Widharto [7] adalah salah satu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Berdasarkan definisi dari Deutche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair.

Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran. Kedua ujung logam yang akan disambung dibuat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau dengan logam itu sendiri sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat tidak mudah dipisahkan [8].

#### 2.14.5. Proses Pembubutan

##### a) Mesin bubut

Mesin bubut adalah suatu mesin yang umumnya terbuat dari logam, gunanya membentuk benda kerja dengan cara menyayat, dengan Gerakan utamanya berputar. Mesin bubut mencakup segala mesin perkakas yang memproduksi bentuk silinder. Jenis yang paling tua dan yang paling umum adalah pembubutan (*lathe*) yang melepas bahan dengan memutar benda kerja terhadap pemotongan mata tunggal terlihat pada gambar

2. 19.



Gambar 2. 19. Mesin Bubut

Perhitungan kerja mesin bubut:

Dalam proses pengerjaan benda kerja pada mesin bubut, ada beberapa hal yang harus dihitung terlebih dahulu. Diantaranya adalah sebagai berikut [9].

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana:

D1 = diameter poros 1

D2 = diameter poros 2

Kecepatan pemakanan:

$$v.f = f. n \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana:

Vf = kecepatan makan (mm/menit)

f = Gerak makan (mm/putaran)

n = putaran kerja mesin bubut (rpm)

untuk menghitung waktu pemotongan.

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$l_t$  = Panjang permesinan (mm)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)



## BAB 3

### METODE PERANCANGAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Tempat pembuatan mesin direncanakan atau dilaksanakan di bengkel CV. Makmur Teknik di Jl. Sugeng/Pendidikan Sei Rotan Medan. Waktu yang direncanakan untuk pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai diperkirakan paling lama 8 minggu terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu(Minggu)							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	Usulan proposal Perancangan	■							
2	Pengajuan proposal dan seminar		■						
3	Penelusuran literatur, bahan dan alat			■					
4	Pembuatan dan pemasangan alat				■				
5	Pengujian alat dan pengukuran					■			
6	Pengolahan dan analisis data serta kesimpulan						■		
7	Seminar hasil tugas akhir							■	
8	Sidang Tugas Akhir								■

### 3.2. Metode kajian

Metode yang digunakan dalam pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai ini merupakan prosedur perancangan dengan menggunakan bahan besi UNP dan Besi siku sebagai rangka mesin dan dirancang sesuai dengan gambar yang dirancang, serta kacang kedelai sebagai bahan baku utama untuk proses pengujian.

### 3.3. Prinsip Kerja Alat

Mesin pengupas kulit ari kacang kedelai ini memanfaatkan sistem transmisi berupa pully, belt-V. Mesin pengupas kulit ari kacang kedelai ini bekerja saat motor listrik dihidupkan, kemudian motor listrik akan memutar pully. Gerak putar dari motor listrik ditransmisikan dari pully penggerak ke pully pengupas yang terpasang pada poros menggunakan belt-V untuk memutar silinder/atau roll pengupas. Silinder pengupas akan berputar maka kacang kedelai siap dilakukan pengupasan yang sudah dimasukkan di dalam hopper.

### 3.4. Alat dan Bahan

Alat dan bahan dari pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai dapat di lihat pada tabel 3. 2.

Tabel 3. 2. Alat dan Bahan

No	Bahan	Alat
1	Besi UNP 50x30 mm	Mesin Las SMAW
2	Besi Siku 40x40 mm	Gerinda Potong
3	Bantalan (Bearing)	Gerinda tangan
4	Pully	Bor Tangan
5	Motor Listrik	Meteran
6	Plat Silinder	Palu
7	Plat Galvanis 1,5	Tool Box
8	Pipa Silinder	Sarung Tangan
9	As Silinder	Pelindung Mata
10	Mur, Baut dan Ring	Penggaris siku
11	Mata Bor	Penitik
12	Batu Gerinda	Mesin Bubut

### 3.5. Pelaksanaan

#### 3.5.1. Pembacaan Gambar

Sebelum mahasiswa melakukan pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai tersebut, mahasiswa wajib paham tentang metode pembuatan serta ukuran dengan membaca gambar supaya pekerjaan yang dimaksud tidak terjadi kesalahan

### 3.5.2. Pemilihan bahan

Setelah mahasiswa paham mengenai perkakas yang mau dibikin serta telah sesuai gambar kerja, mahasiswa cuma mencari bahan yang hendak digunakan.

### 3.5.3. Pemotongan

“Ingat” gunakan perlengkapan keamanan kerja guna keselamatan, semacam sarung tangan dan juga kaca mata kerja pada dikala proses pemotongan, guna pembuatan meja akat uji, dipotong dengan dimensi yang diperlukan serta sama rata, sesudah itu kemudian memotong plat tersebut dengan memakai mesin gerinda potong.

### 3.5.4. Pengeboran

Guna memposisikan benda kerja yang hendak dipasang pada *chasis* (Rangka) kita harus mengebor (melubangi) bagian mana yang kana disesuaikan, dengan dimensi lubang yang diperlukan.

### 3.5.5. Pengelasan

Apabila seluruhnya bahan kerja yang sudah dipotong cocok dengan dimensi ukuran dan kebutuhannya, berikutnya kita laksanakan proses penyambungan benda kerja satu kebenda kerja lain dengan prosedur pengelasan dengan mengenakan mesin las.

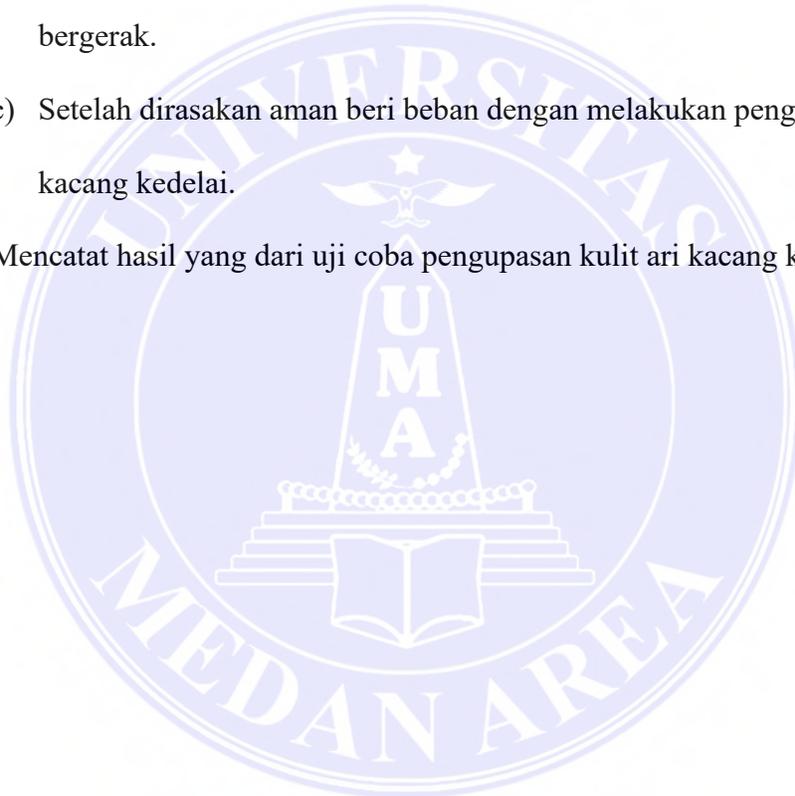
## 3.6. Cara pembuatan

Rancang bangun dicoba terdiri dari sebagian tahapan pekerjaan, sebelumnya sudah dicoba oleh sahabat satu regu ialah perencanaan sampai perhitungan kekuatan serta dimensi komponen- komponen permesinan. Setelah itu buat penulis khusus

melaksanakan rancang bangun mesin yang memiliki rincian tahapan- tahapannya sebagai berikut: sebagai berikut:

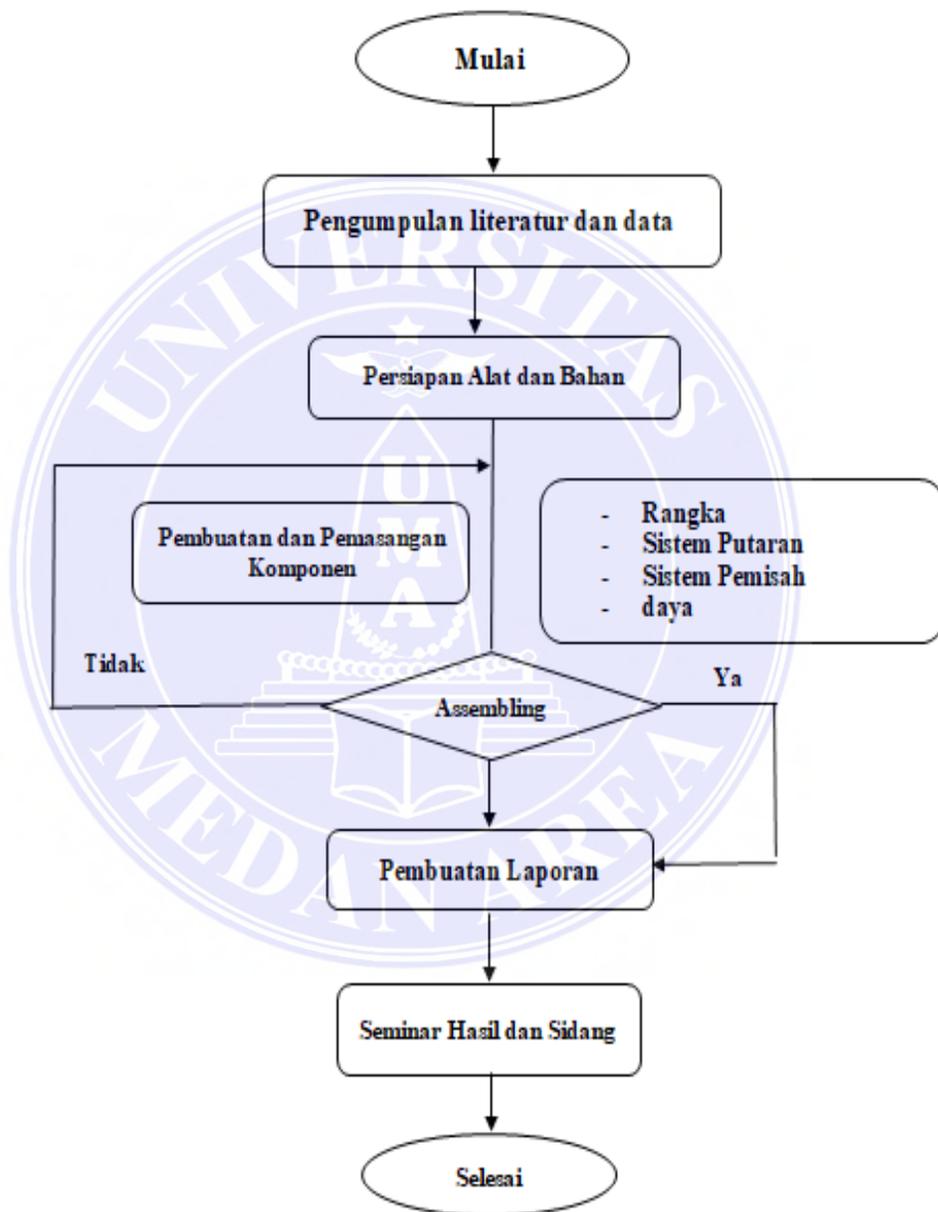
1. Membuat konstruksi dudukan mesin, terdiri dari:
  - a) Seluruh rangka mesin terbuat dari besi UNP dan Besi Siku
  - b) Seluruh rangka digabungkan dengan metode pengelasan dan difinising dengan mesin gerinda tangan.
  - c) Bagian ini dirancang sekokoh mungkin mengingat konstruksi mampu menampung atau menumpu getaran pada saat melakukan pengoprasian alat
2. Membuat tapak dudukan bearing menggunakan mesin potong plat.
3. Pembuatan poros dikerjakan
  - a) Mesin bubut, guna membuat silindris
  - b) Mesin frais, guna mengerjakan alur pasak
  - c) Mesin gerinda silinder, buat mengerjakan bagian proses tempat dudukan bantalan.
4. Merangkai maupun merakit (assembling) komponen-komponen, disaat sebelum melakukan perakitan, terlebih dulu lengkapi komponen-komponen yang diperlukan, mulai dari komponen yang terbuat sampai komponen yang dibeli, misalnya motor penggerak, bearing, baut- baut dan juga mur pengikat.
  - a) Pemasangan komponen-komponen disesuaikan dengan gambar *assembling*.
  - b) Dikala melaksanakan perakitan tentang yang perlu diperhatikan ialah pada bagian- bagian yang punya pendamping maupun sesuaian.

5. Tahapan berikutnya adalah uji coba mesin.
  - a) Saat sebelum melangsungkan uji coba mesin pastikan dahulu komponen-komponen sudah lengkap terpasang.
  - b) Yakin bahwa mesin siap untuk dioperasikan, bila sudah yakin, hidupkan mesin untuk beberapa saat tanpa diberi beban. Perhatikan apakah hal yang tidak normal atau benda ada kejanggalan gerakan pada bagian-bagian yang bergerak.
  - c) Setelah dirasakan aman beri beban dengan melakukan pengupasan kulit ari kacang kedelai.
6. Mencatat hasil yang dari uji coba pengupasan kulit ari kacang kedelai.



### 3.7. Diagrama Alir Penelitian

Berikut diagram alir penelitian dari pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan proses pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai, peneliti dapat mengambil kesimpulan.

1. Proses pembuatan alat ini melalui proses pembuatan rangka mesin, pembentukan silinder pengupas kulit ari kacang kedelai.
2. Dihasilkan Mesin Pengupas Kulit ari kacang kedelai berbahan utama Stainless dan rangka menggunakan Besi UNP 50 mmx 30 mm dan Besi Siku 40 mm x 40 mm dengan tinggi 600 mm, lebar 450 mm serta panjang 700 mm, menggunakan motor listrik ½ hp 1450 rpm.

#### 5.2. Saran

Setelah melakukan proses pembuatan mesin pengupas kulit ari kacang kedelai, maka peneliti dapat memberi saran pada alat ini.

1. Untuk peneliti selanjutnya perlu dikembangkan pada silinder pengupas, agar hasil pengupasan menjadi lebih baik lagi.
2. Membuat wadah penampung kulit ari kacang kedelai pada saat proses pengupasan berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. wisnujati, "Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai Jenis screw," *Teknologi Industri*, vol. 22, 2016.
- [2] W. and S. , "Desain Rancang Bangun Mesin Pemecah dan Pemisah Kulit Ari Kacang Kedelai dengan Kapasitas 60 kg/jam," *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik*, vol. 4, 2014.
- [3] N. S. and E. Adril, "Rancang Bangun Mesin Pengupas Dan Pemisah Kulit Ari Kacang Kedelai Untuk Meningkatkan Kapasitas Secara Mekanis," *Teknik Mesin*, vol. 4, p. 6, 2007.
- [4] S. and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1997.
- [5] S. and K. Suga, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: Pradnya Paramita, 1997.
- [6] S. and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita , 1997.
- [7] S. Widharto, *Petunjuk Kerja Las*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2006.
- [8] S. Arifin, *Las Listrik dan otogen*, Jakarta: Ghalia, 1997.

- [9] T. Rochim, Teori dan Teknologi Proses Permesinan, Jakarta: Higher Education Develoment Support, 1985.

