

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Definisi Kedelai

Kedelai adalah tanaman herbal yang tumbuh tegak. Umumnya daun kedelai berbentuk bulat (*Oval*) dan lancip (*Lanceolate*) serta berbulu. Daunnya beranak tiga helai daun. Batang kedelai memiliki buku yang akan menjadi tempat tumbuhnya bunga. Buku yang menghasilkan buah disebut buku subur. Pada batang tanaman tersebut biasanya akan muncul cabang.

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar (*Glycine Ururiencis*) merupakan kedelai yang menurunkan berbagai kedelai yang dikenal sekarang, yaitu *Glycine Max (L) Merril*. Kedelai berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara). Tanaman kedelai kemudian menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang (Asia Timur) dan negara-negara lain di Amerika dan Afrika. Di Indonesia, tanaman ini dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai tanaman makanan. Selain itu, kedelai juga dikenal sebagai pupuk hijau karena dapat meningkatkan kesuburan tanah. (H Purnama, 2016).

Toleransi keasaman tanah (pH tanah) bagi kedelai adalah 5,8-7,0. Namun pada pH 4,5 kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5, pertumbuhannya sangat terlambat karena keracunan aluminium. Selain itu, pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di

daerah yang memiliki curah hujan sekiraat 100-400 mm/bulan. Untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan. (Sofia diana, 2008).

## 2.2 Karakteristik Fisik Kedelai



Gambar 1. 1 Biji Kacang Kedelai

Biji kedelai berkeping dua, terbungkus kulit biji dan tidak mengandung jaringan endosperma. Embrio terletak di antara keping biji. Warna kulit biji kuning, hitam, hijau, coklat. Pusar biji (hilum) adalah jaringan bekas biji melekat pada dinding buah. Bentuk biji kedelai umumnya bulat lonjong tetapi ada pula yang bundar atau bulat agak pipih. Biji kedelai yang kering akan berkecambah bila memperoleh air yang cukup. Kecambah kedelai tergolong *Epigeous*, yaitu keping biji muncul di atas tanah. Warna hipokotil, yaitu bagian batang kecambah di bawah daun kecambah (*Kotiledon*), ungu atau hijau yang terpaut dengan warna bunga. Kedelai yang berhipokotil ungu berbunga ungu, sedang yang berhipokotil hijau berbunga putih.

Kedelai berbatang memiliki tinggi 30–100 cm. Batang dapat membentuk 3 – 6 cabang, tetapi bila jarak antar tanaman rapat, cabang menjadi berkurang, atau

tidak bercabang sama sekali. Tipe pertumbuhan batang dapat dibedakan menjadi terbatas (*determinate*), tidak terbatas (*indeterminate*), dan setengah terbatas (*semi-indeterminate*). Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga mempunyai alat jantan dan alat betina. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup sehingga kemungkinan kawin silang alami amat kecil.

Buah kedelai berbentuk polong. Setiap tanaman mampu menghasilkan 100 – 250 polong. Polong kedelai berbulu dan berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu. Selama proses pematangan buah, polong yang mula-mula berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman. Pada buku (*Nodus*) pertama tanaman yang tumbuh dari biji terbentuk sepasang daun tunggal. Selanjutnya, pada semua buku di atasnya terbentuk daun majemuk selalu dengan tiga helai. Helai daun tunggal memiliki tangkai pendek dan daun bertiga mempunyai tangkai agak panjang. Masing-masing daun berbentuk oval, tipis, dan berwarna hijau. Permukaan daun berbulu halus (*Trichoma*) pada kedua sisi. Tunas atau bunga akan muncul pada ketiak tangkai daun majemuk. Setelah tua, daun menguning dan gugur, mulai dari daun yang menempel di bagian bawah batang. (WR Amirullah, 2022).

### 2.3 Kulit Ari Kedelai



Gambar 1. 2 Kulit Ari Kacang Kedelai

Kulit ari biji kedelai merupakan limbah industri tempe yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menghasilkan produk yang bermanfaat. Hasil dari pemanfaatan ini bertujuan agar limbah padat tersebut memiliki kualitas dan kuantitas yang jauh lebih baik dari sebelumnya yakni dengan mengembangkan produk baru berupa pakan ternak. Kulit ari biji kedelai mengandung protein kasar 17,98%, lemak kasar 5,5%, serat kasar 24,84% dan energi metabolis 2898 kkal/kg.

Pada proses pembuatan susu kedelai, kulit ari kedelai memang dikupas. Kulit kedelai mengandung 9-16,5% protein, 67% serat, dan kadar lignin rendah. Komposisi kandungan kulit kedelai ini bervariasi, tergantung dari cara pengolahannya yakni pengupasan secara manual akan berbeda nilainya dengan cara menggunakan mesin (digiling). Karena kandungan tersebut, kulit kedelai dimanfaatkan untuk makanan ternak.

Tambahan pula dengan kadar lignin yang rendah, kulit kedelai dapat dicerna dengan sempurna dalam saluran pencernaan sapi, kambing, dan hewan ternak lainnya. Mata kacang dan kulit ari pada kacang kedelai telah dipisahkan atau dibuang karena kandungan tersebut dapat mengakibatkan kolestrol dan rasa langu (E Widodo, 2017).

#### **2.4 Proses Pengolahan Kedelai**

Kedelai sebagai bahan makanan mempunyai nilai gizi cukup tinggi. Di antara jenis kacang-kacangan, kedelai merupakan sumber protein (35-45 %), lemak (18-32 %), karbohidrat (12-30 %), air (7 %), vitamin, mineral dan serat yang paling

baik. Dalam lemak kedelai terkandung beberapa *Fosfolipida* penting, yaitu *Lesitin*, *Sepalin* dan *Lipositol*.

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi besar untuk menghasilkan kedelai. Meningkatnya perhatian dunia terhadap kedelai ini disebabkan oleh banyak faktor, antara lain : nilai gizi yang tinggi untuk dipakai sebagai bahan makanan disamping untuk industri (Syah, Dedy).

Kedelai mengandung protein 35 % bahkan pada varitas unggul kadar proteinnya dapat mencapai 40 % – 43 %. Dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, kacang hijau, daging, ikan segar, dan telur ayam, kedelai mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi, hampir menyamai kadar protein susu skim kering. Bila seseorang tidak boleh atau tidak dapat makan daging atau sumber protein hewani lainnya, kebutuhan protein sebesar 55 gram per hari dapat dipenuhi dengan makanan yang berasal dari 157,14 gram kedelai.

Proses pengolahan kedelai menjadi berbagai makanan pada umumnya merupakan proses yang sederhana, dan peralatan yang digunakan cukup dengan alat-alat yang biasa dipakai di rumah tangga. Banyak produk makanan yang dibuat dari bahan baku kedelai, di antaranya adalah susu kedelai yang dibuat dari ekstrak kedelai. Kadar protein dan komposisi asam amino serta lemak dalam susu kedelai hampir sama dengan susu sapi. Komposisi itu bergantung pada varietas kedelai dan cara pengolahannya.

Susu kedelai memiliki sumber protein yang mempunyai susunan asam amino yang mendekati susunan asam amino susu sapi, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi bagi mereka yang tidak toleran terhadap susu sapi.

Selain memiliki manfaat gizi yang sangat besar. Susu kedelai juga sangat mudah dalam proses pembuatannya (P Purnamasari, 2016).

#### A. Susu Kedelai



Gambar 1. 3 Susu Kedelai

Susu kedelai adalah minuman serupa susu yang dibuat dari kedelai. Minuman ini berasal dari Tiongkok dan merupakan emulsi stabil minyak, air, dan protein. Susu kedelai memiliki komposisi yang mirip dengan susu: 3,5% protein, 2% lemak, serta 2,9% karbohidrat. Susu kedelai dapat dibuat dengan peralatan dapur sederhana dengan menggerus kedelai kering dengan air, ataupun dengan menggunakan mesin. Susu kedelai juga dikenal sebagai minuman kesehatan, karena tidak mengandung kolesterol melainkan kandungan phytokimia, yaitu suatu senyawa dalam bahan pangan yang mempunyai khasiat menyehatkan. Kelebihan dari susu kedelai adalah ketiadaan laktosa, sehingga susu ini cocok untuk dikonsumsi penderita intoleransi laktosa, yaitu seseorang yang tidak mempunyai enzim laktase dalam tubuhnya. Orang tanpa enzim laktase tidak dapat mencerna makanan yang berlemak. Susu kedelai memiliki sumber protein yang mempunyai susunan asam amino yang mendekati susunan asam amino susu sapi, sehingga dapat digunakan sebagai

pengganti susu sapi bagi mereka yang tidak toleran terhadap susu sapi. Selain memiliki manfaat gizi yang sangat besar. Susu kedelai juga sangat mudah dalam proses pembuatannya. Susu kedelai diperoleh dengan cara penggilingan biji kedelai yang telah direndam dalam air, hasil penggilingan kemudian disaring untuk memperoleh filtrat selanjut nya dididihkan dan diberi bumbu untuk meningkatkan rasanya (P Purnamasari, 2016).

#### B. Kandungan Nutrisi Susu Kedelai

Susu kedelai merupakan minuman yang bergizi tinggi, terutama karena kandungan proteinnya. Selain itu susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, phosphor, zat besi, provitamin A, Vitamin B kompleks (kecuali B12), dan air. Namun perhatian masyarakat kita terhadap jenis minuman ini pada umumnya masih kurang. Susu kedelai ini harganya lebih murah daripada susu produk hewani. Susu kedelai dapat dibuat dengan teknologi dan peralatan yang sederhana, serta tidak memerlukan keterampilan khusus. Penggunaan air sumur dapat menghasilkan susu kedelai dengan rasa yang lebih enak. Untuk memperoleh susu kedelai yang baik, kita perlu menggunakan kedelai yang berkualitas baik. Dari 1 kg kedelai dapat dihasilkan 10 ltr susu kedelai. Kacang kedelai sangat terkenal karena nilai nutrisinya yang kaya. Salah satu yang mengandung 8 asam amino esensial lengkap yang dibutuhkan tubuh manusia (ES Tyas, 2016).

#### **2.5 Prinsip Kerja Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai**

Prinsip kerja mesin pengupas kulit ari kedelai dengan metode otomatis dan manual dapat dijelaskan sebagai berikut. Motor listrik yang memiliki kecepatan

putaran 1400 rpm dengan tenaga 1 HP dihidupkan, maka putaran dari motor listrik akan memutar *pulley* dan sabuk transmisi akan menggerakkan *pulley* yang bertumpu pada poros sehingga daya bisa ditransmisikan lagi melalui poros untuk menggerakkan rotor. Dengan mekanisme seperti ini maka kacang kedelai dimasukkan ke dalam *hopper*, kemudian rotor akan menggiling kacang kedelai tersebut. Kemudian kacang kedelai akan jatuh ke dalam bak penampungan, pada sisi *hopper* terdapat selang yang berguna untuk melancarkan proses pengupasan pada rotor. Kelebihan mesin di sini apabila tidak ada aliran listrik pada motor atau sedang mati listrik, alat ini dapat berjalan sebagaimana mestinya. Karena pada mesin ini terdapat engkol pada sisi *pulley*, ketika engkol itu diputar menggunakan tenaga manusia maka engkol tersebut akan memutar rotor kembali tanpa memakai motor listrik dan mesin tersebut dapat digunakan kembali.

## **2.6 Perancangan Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai**

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian atau kegiatan dalam proses pembuatan produk. Pada tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan lain yang menyusulnya. Dalam melaksanakan tugas merancang, perancang memakai dan memanfaatkan ilmu dasar teknik, hasil-hasil penelitian, informasi dan teknologi, yang semuanya dalam versi pengembangan dan kemajuan yang mutakhir.

Perancangan dan pembuatan produk adalah dua kegiatan manunggal. Artinya rancangan hasil kerja tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat terlebih dahulu, sebaliknya pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik



tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya. Dari uraian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa gambar rancangan produk adalah hasil akhir perancangan, dan merupakan dasar atau titik awal pembuatan produk oleh pembuat produk. Dapat dinyatakan disini bahwa pembuatan atau penyusunan gambar rancangan produk oleh perancang dicapai melalui fase-fase dalam proses perancangan yang panjang.

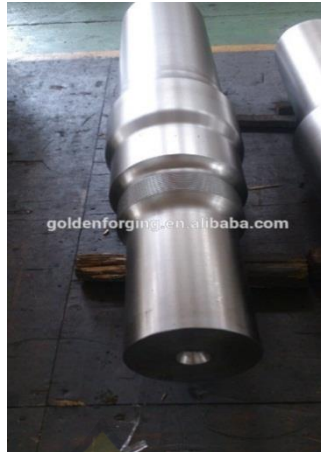
Dalam proses perancangan akan menggunakan :

1. Pengalaman dan pengetahuannya tentang perancangan
2. Semua pengetahuan yang terkait dengan produk dan pembuatan produk yang sedang dirancangannya. Dalam proses perancangan perlu adanya gambar teknik yang berfungsi sebagai media komunikasi yang dirasakan cukup efektif sehingga informasi lengkap tentang pembuatan peralatan dapat dipahami oleh pembuat. Di samping itu pada proses pembuatannya membutuhkan tahapan-tahapan pembuatan dari segi ide hingga menjadi sebuah mesin yang beroperasi dan bermanfaat.

## **2.7 Komponen Utama Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai**

### **2.7.1 Poros**

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau suatu gabungan berdasarkan gambar pada halaman berikut.



Gambar 2. 1 Poros (goldenforging.en.alibaba.com)

Untuk merancang sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu di perhatikan.

1. Kekuatan poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban punter atau lentur atau gabungan antara punter dan lentur. Ada juga poros yang mendapat beban Tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dll.

2. Kelelahan poros

Tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus di perhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas.

3. Kekakuan poros

Meskipun kekuatan poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktelitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kontak roda gigi). Karena itu, disamping kekuatan poros,

kekuatannya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

#### 4. Putaran kritis

Bila putaran mesin dinaikkan maka 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, dll., dan dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

#### 5. Korosi

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

#### 6. Bahan Poros

Pemilihan bahan poros harus disesuaikan dengan beberapa faktor seperti kondisi lingkungan, tingkat gesekan, dan lainnya.

### **2.7.1.1 Tegangan-tegangan Pada Poros**

Ada beberapa tegangan yang terjadi dalam poros :

1. Tegangan tarik
2. Tegangan bending (lengkung atau tekan)

3. Tegangan kombinasi (tarik dan bending)

**2.7.1.2 Menentukan Poros Pada Beban Puntir**

Pertama kali, ambilah suatu kasus dimana daya P (kW) harus ditransmisikan dan putaran poros n1 (rpm) diberikan.

$$P_d = f_c P (kW)$$

Tabel 2. 1 Faktor –faktor koreksi yang akan di transmisikan (Fc)

Daya yang harus 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

Jika momen puntir adalah T (kg.mm), maka :

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{\pi n_1}{60}\right)}{102} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$T = 9,74 \times 105 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(2.2)$$

Bila momen puntir T dibebankan pada suatu diameter poros ds (mm), maka tegangan geser  $\tau$  (kg/mm<sup>2</sup>) yang terjadi adalah :

$$T = \frac{T}{\pi d_8^3 / 16} = \frac{5,1T}{d_8^3} \dots\dots\dots(2.3)$$

Tegangan geser yang diijinkan  $\tau_a$  (kg/mm<sup>2</sup>) untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara, salah satunya  $\tau_a$  dihitung atas

dasar batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik  $\sigma_B$  (sesuai standar ASME).

Untuk harga 18% ini faktor keamanan diambil sebesar  $1/0,18 = 5,6$ . Harga 5,6 ini diambil untuk bahan SF dan 6,0 untuk bahan S-C dan baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan  $Sf_1$ .

Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga, karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan. Faktor-faktor ini dinyatakan dengan  $Sf_2$  dengan harga sebesar 1,3 - 3,0 . Dari hal-hal diatas maka besarnya  $\tau_a$  dapat dihitung dengan :

$$\tau_a = \sigma_b / (Sf_1 \times Sf_2)$$

Meskipun dalam perkiraan sementara bahwa beban hanya puntiran saja, perlu ditinjau pula apakah ada kemungkinan pemakaian dengan beban lentur dimasa mendatang. Jika memang diperkirakan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur, maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor  $C_b$  yang harganya 1,2 - 2,3. ( $C_b = 1,0$  jika tidak ada beban lentur ).

Diperoleh rumus untuk menghitung diameter poros  $d_s$  ( mm ) :

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} KtCbT \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.4)$$

Diameter poros dapat dipilih dari tabel. Pada tempat dimana akan dipasang bantalan gelinding, pilihlah suatu diameter yang lebih besar dari harga yang cocok didalam tabel untuk menyesuaikan dengan diameter dalam dari bantalan.

## 2.7.2 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Dapat dilihat pada gambar 2.2.



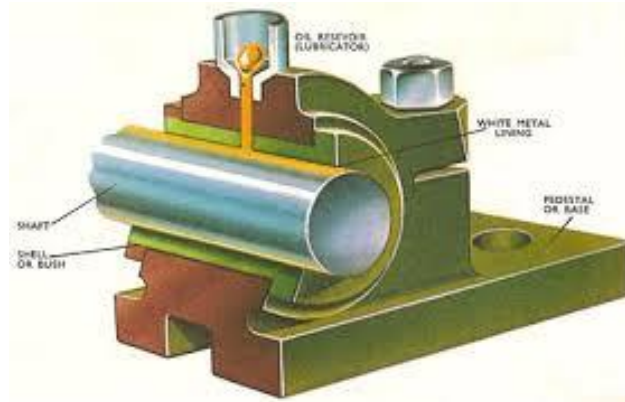
Gambar 2. 2 Bantalan

Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.

### 2.7.2.1 Klasifikasi Bantalan

Bersarkan gambar pada halaman berikut ini, Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros:
  - a) Bantalan luncur, bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.



Gambar 2. 3 Bantalan Luncur

(Sumber:<https://www.daviddarling.info/images/journalbearing>)

b) Bantalan gelinding dapat dilihat dibawah ini, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

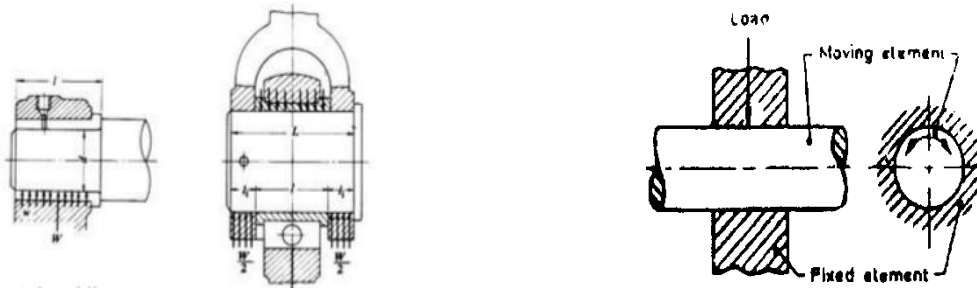


Gambar 2. 4 Bantalan Gelinding

(Sumber:<https://www.tneutron.net/industri/bantalan-gelinding>)

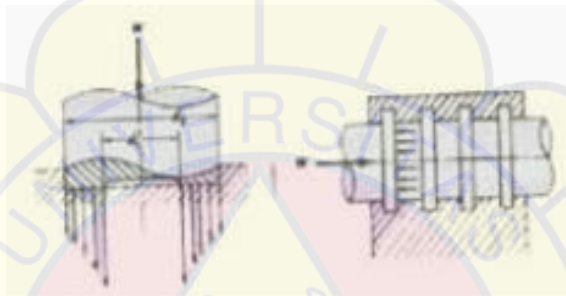
2. Atas dasar arah beban terhadap poros:

a) Bantalan radial, arah bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.



Gambar 2. 5 Bantalan Radial  
(Sumber: Yunita Djamilu, 2016)

b) Bantalan aksial, bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.



Gambar 2. 6 Bantalan Aksial  
(Sumber: Sularso, 1978)

c) Bantalan gelinding khusus, bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

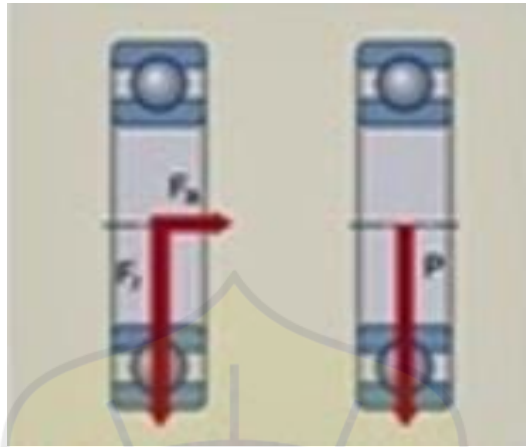


Gambar 2. 7 Bantalan Gelinding Khusus  
(Sumber: Sularso, 1978)



## 2.7.2.2 Perhitungan Beban Dan Umur Bantalan Gelinding

### 1. Perhitungan beban ekuivalen



Gambar 2. 8 Beban Ekuivalen

Untuk bantalan radial, adapun rumus unuk beban radial :

$$P = X.V.Fr + Y.Fa \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk bantalan aksial, adapun rumus untuk beban aksial :

$$P = X.Fr + Y.Fa \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

P = Beban dinamik bantalan actual (kN),

Fr = Beban radial bantalan actual (kN),

Fa = Beban aksial bantalan actual (kN),

X = Radial *load factor*,

Y = Aksial *load factor*.

Tabel 2. 2 Faktor-faktor V, X, Y, X0 dan Y0

Beban puntir pada cincin dalam	Beban puntir pada cincin luar	Baris Tunggal		Baris ganda				E	Baris tunggal		Baris ganda		
		$Fa / VFr > e$		$Fa / VFr \geq e$					X0	Y0	X0	Y0	
		X	Y	X	Y	X	Y						
1	1,2		2,30				2,30	0,19	0,6	0,5	0,6	0,5	
			1,99				1,90	0,22					
			1,71				1,71	0,26					
			1,55				1,55	0,28					
		0,56	1,45	1	0	0,56	1,45	0,30					
			1,31				1,31	0,34					
			1,15				1,15	0,38					
			1,04				1,04	0,42					
	1,00				1,00	0,44							
1	1,2		0,43		1,09	0,70	1,63	0,57	0,5	0,33	1	0,84	
			0,41		0,92	0,67	1,41	0,68				0,38	0,76
			0,39		0,78	0,63	1,24	0,80				0,29	0,66
			0,37		0,66	0,60	1,07	0,95				0,26	0,58
			0,35		0,57	0,57	0,93	1,14				0,26	0,52

Untuk bantalan baris tunggal  $Fa / VFr \leq e$ , X = 1, Y = 0

Beban radial ekivalen statis  $P_0$  (kg) dan beban aksial ekivalen statis  $P_{oa}$  (kg) untuk suatu bantalan yang membawa beban radial  $F_r$  (kg) dan beban aksial  $F_a$  (kg), dapat di tentukan dengan persamaan berikut.

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

$P_0 = F_r$ , dan di ambil yang lebih besar

$$P_0 = F_a + 2,3 F_r \tan \alpha$$

Harga-harga faktor  $X_0$  dan  $Y_0$  juga terdapat pada tabel.

## 2. Perhitungan umur nominal

Umur nominal  $L$  (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran, tidak memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding) dapat ditentukan sebagai berikut.

Jika  $C$  (Kg) menyatakan beban nominal dinamis spesifik dan  $P$  (Kg) beban ekivalen dinamis, maka faktor kecepatan  $f_n$  adalah :

$$\text{Untuk bantalan bola, } f_n = (33,3/n)^{1/3}$$

$$\text{Untuk bantalan rol, } f_n = (33,3/n)^{3/10}$$

Faktor umur adalah :

$$\text{Untuk kedua bantalan, } f_h = f_n C/P$$

Umur nominal  $L_h$  adalah :

$$\text{Untuk bantalan bola, } L_h = 500f_h^3$$

$$\text{Untuk bantalan rol, } L_h = 500f_h^{10/3}$$

Dengan bertambah panjangnya umur karena adanya perbaikan besar dalam mutu bahan dan karena tuntutan keandalan yang lebih tinggi, maka bantalan modern direncanakan dengan  $L_h$  yang dikalikan dengan faktor koreksi. Jika  $L_n$  menyatakan keandalan umur  $(100 - n) \%$ , maka

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$$

Di mana :

$a_1$  : faktor keandalan  $a_1 =$  bila keandalan 90(%) dipakai seperti biasanya, atau 0,21 bila keandalan 99(%) dipakai.

$a_2$  : faktor bahan.  $a_2 = 1$  untuk bahan baja bantalan yang dicairkan secara terbuka, dan kurang lebih = 3 untuk baja bantalan de-gas hampa

$a_3$  : faktor kerja.  $a_3 = 1$  untuk kondisi kerja normal, dan kurang dari 1 untuk hal-hal berikut ini (karena kondisinya tidak menguntungkan umur bantalan) :

- i. Bantalan bola, dengan pelumasan minyak berviskositas 13 (cSt) atau kurang.
- ii. Bantalan rol, dengan pelumasan minyak berviskositas 20 (cSt) atau kurang.
- iii. Kecepatan rendah, yang besarnya sama dengan atau kurang dari 10000 (rpm) dibagi diameter jarak bagi elemen gelinding.

Jika bantalan diam bila cincin dalam, cincin luar, dan elemen gelinding berputar bersama sebagai satu kesatuan (tidak ada gerakan relatif antara kegiatan bagian tersebut), atau bantalan berputar dengan

putaran tidak lebih dari 10 (rpm), atau berayun-ayun, maka perhitungan L tidak dilakukan.

### 2.7.3 Sabuk-V

Sabuk-V adalah transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Seperti yang terlihat pada gambar 2.9



Gambar 2. 9 Sabuk-V

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi.

Untuk merancang sebuah sabuk-V, hal-hal berikut ini perlu di perhatikan:

1. Kontruksi sabuk-V
2. Ukuran penampang sabuk-V
3. Profil alur sabuk-V

### 2.7.4 Pulley

Definisi *pulley* adalah roda putar pada poros yang dibuat untuk membantu distribusi gerakan. Atau umumnya *pulley* dapat berupa apa saja dengan dasar roda untuk membantu gerakan. Seperti gambar dapat dilihat pada halaman berikut ini.



Gambar 2. 10 *Pulley*

*Pulley* merupakan bagian terpenting dari mesin-mesin sehingga pembuatan pully perlu dipertimbangkan baik kekuatan *pulley*, proses pengerjaan hingga nilai ekonomis bahan *pulley*. Pada dunia teknik khususnya kontruksi permesinan kita mengetahui ada berbagai macam jenis dan bahan yang bisa digunakan dalam kontruksi pully disesuaikan dengan penggunaan *pulley* tersebut yang dapat kita jumpai dilapangan, adapun jenis-jenis *pulley* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bahan Besi Cor/Besi Tuang

Besi cor adalah bahan yang pertama kali digunakan dalam pembuatan pully mengingat bahan ini dapat menerima atau dapat mentransmisikan daya yang besar sehingga banyak digunakan untuk mesin industri, mesin pertanian, mesin otomobil, dan lain-lain

2. Bahan *Pulley* Aluminium

Bahan *pulley* dengan menggunakan aluminium banyak digunakan untuk peralatan atau perkakas dan mesin-mesin rumah tangga serta dijumpai pada pesawat elektronik.

3. Bahan *Pulley Plastic*

*Pulley* dengan bahan *plastic* yang disebut telepon yang banyak digunakan dalam pesawat elektronika.

#### 4. Bahan *Pulley Mild Steel*

Bahan *pulley* dengan *mild steel* banyak kita jumpai pada mesin-mesin industri dan otomobil.

### 2.7.5 Pelat

Pelat Bahan pelat terdiri dari berbagai jenis bahan yaitu *ferro* dan *non ferro*. Bahan pelat logam *ferro* ini diantaranya adalah pelat baja lembaran yang banyak beredar di pasaran. Sifat-sifat bahan pelat sangat penting untuk diketahui. Sifat-sifat bahan ini sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan yang akan dilakukan pada bahan pelat tersebut. Kualitas suatu bahan sangat ditentukan oleh sifat mampu bentuk dari bahan. Biasanya bahan pelat dihasilkan dari proses pengerolan dengan tekanan tinggi. Proses ini menghasilkan pelat dengan struktur memanjang.

Lembaran-lembaran pelat yang tersedia di pasaran terdiri berbagai macam jenis bahan diantaranya: pelat seng, pelat baja, pelat baja paduan, pelat alumanium, pelat aluminium campuran, pelat tembaga, pelat kuningan, pelat perunggu, pelat *stainless steel*. Gambar pelat *stainless steel* dapat dilihat pada halaman berikut ini.



Gambar 2. 11 Pelat *Stainless Steel*

Dimensi atau ukuran lembaran pelat yang ada di pasaran ini terdiri dari dua jenis ukuran diantaranya:

1. Ukuran Panjang 1800 mm x Lebar 900 mm dengan tebal bervariasi.
2. Ukuran Panjang 2400 mm x Lebar 1200 mm dengan tebal bervariasi.

#### **2.7.6 Sambungan Mur dan Baut**

Menurut baut R.S Khurmi dan J.K Gupta, *A Text Book Of Machine Design* mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kerusakan mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

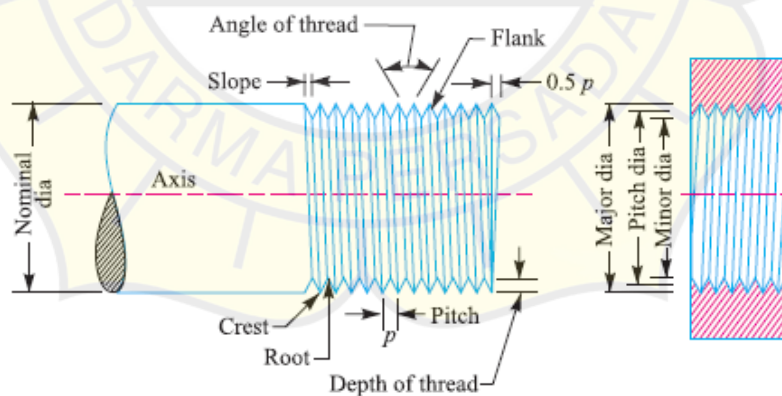
Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya, yaitu segi enam, soket segi enam, dan kepala persegi. Baut dan mur dapat dibagi sebagai berikut : baut penjepit, sekrup mesin, sekrup penetap, mur. Pada rancangan mesin ini digunakan baut penjepit sendiri dapat berbentuk :



- Baut tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan diketatkan dengan sebuah mur.
- Baut tap, untuk menjepit dua bagian, dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian.
- Baut tanam, meruakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya. Untuk dapat menjepit dua bagian, baut ditanam pada salah satu bagian yang mempunyai lubang berulir, dan jepitan diketatkan dengan sebuah mur.

Bagian yang terpenting dari baut dan mur dalah ulir. Sambungan sekrup sebagian besar terdiri atas dua unsur yaitu baut dan mur. Sambungan sekrup secara luas digunakan dibagian mesin mana pun yag diperlukan untuk siap disambungkan atau dilepaskan tanpa merusak mesin atau pengikat.

#### 2.7.6.1 Istilah-istilah Terpenting pada Baut dan Mur



Gambar 2. 12 Terminologi ulir (Khurmi,2005, p378)

Berikut definisi ulir sekrup secara umum dari segi pokok materi berdasarkan pada gambar 2.12.

### 2.7.6.1.1 Diameter Mayor

Diameter paling besar dan ulir sekrup eksternal atau internal. Sekrup ditentukan oleh diameter ini. Ini dikenal juga sebagai diameter luar atau diameter nominal.

### 2.7.6.1.2 Diameter Minor

Diameter paling kecil dari sekrup eksternal maupun internal. Ini dikenal juga sebagai diameter inti atau diameter pangkal.

### 2.7.6.1.3 Pitch Diameter

Diameter disuatu silinder khayal pada silindric ulir sekrup. Yaitu permukaan manapun yang melewati ulir-ulir. Seperti pada titik-titik yang membuat sama dengan ulir dan luas permukaan antara ulir-ulir. Itu juga disebut sebagai diameter efektif. Dalam perakitan mur dan baut menyentuh lengkap dengan ujung mur yang sesuai.

### 2.7.6.1.4 Pitch

Jarak dari titik pada satu ulir sampai titik yang sama ulir berikutnya, ini diukur pada arah aksial antara titik yang sama dengan bidang aksial, matematisnya:

$$pitch = \frac{1}{\text{jumlah ulir persatuan panjang sekrup}} \dots\dots\dots(2.7)$$

### 2.7.6.1.5 Lend

Jarak antara dua titik kesuaian pada garis sekrup yang sama. Itu bisa juga didefinisikan sebagai jarak pergerakan sumbu ulir dalam

satu putaran mur. Lead sama dengan pitch dalam kasus ulir single start. Lead adalah dua kalinya *pitch double start*, tiga kalinya *pitch start triple* dan seterusnya.

### 2.7.6.2 Tegangan Yang Terjadi Pada Baut

Berikut adalah tegangan pada ulir saat pengencangan akibat beban statis yang secara umum dari tinjauan berikut.

#### 2.7.6.2.1 Tegangan Akibat Gaya Pengencangan

Berikut adalah tegangan yang terjadi pada baut atau batang saat pengencangan:

1. Tegangan tarik pada baut

Jika tidak ada gaya lain yang bekerja dimana baut dirancang bekerja, tegangan tarik langsung dengan angka keamanan yang besar dengan tujuan meningkatkan gaya tarik awal pada baut atas dasar percobaan dinyatakan dengan persamaan

$$P_i = 2840d [N]$$

Dengan

$$P_i = \text{Gaya tarik awal dalam baut}$$

$$d = \text{diameter nominal baut [mm]}$$

Persamaan diatas digunakan untuk membuat sambungan ikat fluida seperti sambungan tutup silinder pada mesin uap dan lain-lain. Jika pengikat tidak diperlukan rapat pada sambungan

fluida maka tegangan awal baut dapat diperitungkan setengah dari harga tersebut. Seperti pada kasus :

$$P_i = 1420d [N]$$

Baut ukuran kecil bisa menjadi rusak selama pengencangan, oleh karena itu baut ukuran dibawah M16 dan M18 tidak diperkenankan untuk penyekatan. Jika baut tidak mengalami tegangan awal, maka gaya aksial maksimum yang boleh bekerja dapat diberikan.

$P = \text{tegangan izin} \times \text{luasan bidang pada baut (luas tegangan)}$

Luasan tegangan bisa diperoleh dari table dimensi standar ulir atau dapat ditentukan dengan persamaan,

$$\star \text{Luasan Tegangan} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_p + d_c}{2} \right)^2 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan :

$d_p = \text{Diameter Pitch}$

$d_c = \text{Diameter inti atau minor}$

2. Tegangan puntir akibat gesekan pada ulir saat pengencangan  
Tegangan puntir akibat gesekan pada ulir saat pengencangan diperoleh dengan persamaan torsi, kita tahu bahwa

$$\frac{T}{J} = \frac{\tau}{r} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\tau = \frac{T}{J} \times r = \frac{T}{\frac{\pi}{32}(d_c)^4} \times \frac{d_c}{2} = \frac{16T}{\pi(d_c)^3} \dots\dots\dots(2.10)$$

.Dengan :

$\tau_v =$  Tegangan Puntir

$T =$  torsi yang terjadi

$d_c =$  diameter minor ulir

### 3. Tegangan geser melintang pada ulir

Tegangan geser rata-rata pada ulir sekrup diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\tau_s = \frac{P}{\pi d_c \times b \times n} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

$b =$  Lebar ulir bagian dasar

Tegangan geser rata-rata mur adalah

$$\tau_n = \frac{P}{\pi d \times b \times n} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan :

$d =$  Diameter mayor

4. Tegangan *crushing* pada ulir

Tegangan *crushing* antara ulir bisa diperoleh dengan persamaan :

$$\sigma_c = \frac{P}{\pi[d^2 - (d_c)^2]n} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan :

$d$  = Diameter mayor

$d_c$  = Diameter minor, dan

$N$  = Nomor ulir yang berpasangan

5. Tegangan bengkok

Saat permukaan bagian luar terhubung tidak sejajar satu terhadap yang lain, kemudian baut bekerja bengkok. Tegangan bengkok dipindahkan oleh kepala baut dan dinyatakan dengan.

$$\sigma_b = \frac{x.E}{2l} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

$x$  = Perbedaan tinggi antara bagian luar dari mur/kepala baut

$l$  = Panjang kepala baut

$E$  = Modulus young untuk bahan baut

### 2.7.6.3 Tegangan Akibat Gaya dari Luar

Berikut tegangan yang disebabkan baut yang bekerja pada beban eksternal.

#### 1. Tegangan Tarik

Baut, Batang, dan Sekrup biasanya menahan beban segaris dengan sumbunya dimana dipindahkan tegangan tarik pada baut.

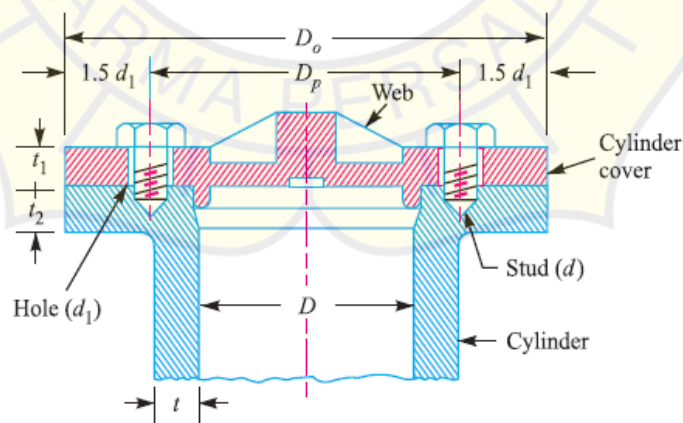
Jika :

$d_c =$  Dasar atau diameter core ulir, dan

$\sigma_t =$  Tegangan tarik izin bahan baut

$$P = \frac{\pi}{4} (d_c)^2 \sigma_t \quad \text{atau} \quad d_c = \sqrt{\frac{4P}{\pi \sigma_t}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dari tabel dimensi standar ulir metric, harga diameter minimal menjadi patokan dari harga  $d_c$  atau luasan tegangan  $[\frac{\pi}{4} (d_c)^2]$  dapat ditentukan.



Gambar 2. 13 Tegangan Tarik Baut(Khurmi,2005, p378)

Berdasarkan Gambar ini terdapat catatan sebagai berikut ini:

- Jika gaya luar ditahan oleh sejumlah baut, maka

$$P = \frac{\pi}{4}(d_c)^2\sigma_t \times n \dots\dots\dots(2.16)$$

- Jika dalam tabel tidak dicantumkan juga, untuk nilai ulir kasar,  $d_c = 0,84d$ , dimana  $d$  adalah diameter nominal baut.

## 2. Tegangan geser

Kadang-kadang , baut digunakan untuk menahan atau mencegah gerakan relative dari dua bagian atau lebih, seperti pada kopling Flange, kemudian tegangan geser disebabkan pada baut. Tegangan geser harus dihindarkan sejauh mungkin. Itu harus dicatat bahwa jika baut bekerja untuk beban geser langsung, maka harus ditempatkan sedemikian mungkin beban geser terjadi pada bagian baut dan tidak terjadi pada bagian ulir. Dalam hal ini, baut bisa menerima beban pergeseran dengan pin. Bila nomor baut digunakan untuk menggeserkan beban, maka baut terakhir harus dipasang pada lubang yang lebar.

$d =$  Diameter mayor baut

$n =$  Nomor baut

Gaya geser yang ditahan oleh baut :

$$PS = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau g \times n \quad \text{atau} \quad d = \sqrt{\frac{4 \times P_s}{\pi \times \tau g \times n}} \dots\dots\dots(2.17)$$

## 3. Tegangan kombinasi tarik dan geser

Ketika baut menahan dua tegangan tarik dan geser, seperti pada kasus baut atau bearing, dimana kepala baut menerima beban geser dan



## ABSTRAK

Proses pengupasan kulit ari kedelai sebagai bahan baku susu kedelai biasanya menggunakan cara manual atau semi manual, untuk mendapatkan hasil pengupasan yang lebih banyak dan proses pengupasan lebih cepat, maka pengupasan kulit ari menggunakan mesin pengupas kedelai. Dari pernyataan tersebut maka dirancang sebuah mesin, yaitu “Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai” untuk mempercepat proses pengupasan. Mesin ini di rancang melalui beberapa proses: Observasi yang dilakukan menunjukkan penggunaan proses yang masih semi manual dan hasil yang di dapat 1 kg dalam waktu 1 menit, perancangan dilakukan untuk menyatukan konsep dalam bentuk gambar berdasarkan data yang di dapat dari survey dan penyatuan pemikiran untuk memecahkan masalah. pemilihan material untuk kebutuhan hopper dan rotor adalah material yang aman pada proses pengolahan makanan yaitu Stainless steel. Uji coba untuk mengetahui mesin layak di gunakan atau tidak, dengan menggunakan kedelai sebanyak 5 kg dalam waktu 4 min, mesin menghasilkan : 4,5 kg berhasil, 0,5 kg gagal dalam proses pengupasan. Rancang bangun mesin pengupas kulit ari kedelai menggunakan motor listrik 1 HP dan engkol. Dimensi dari alat ini 490 mm x 322 mm x 390 mm.

**Kata kunci :** Kedelai, Kulit Ari, Susu Kedelai, Mesin Pengupas Kulit Ari

bagian ulir menerima beban tarik. Pembesaran diameter diabaikan, kemudian terjadi gaya geser tarik, baik tegangan tarik dan tegangan geser yang dikehendaki dapat diasumsikan dan tegangan kombinasi dapat diperiksa dengan rumus sebagai berikut,

$$\tau_g \max = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4\tau g^2} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dan tegangan tarik maximum,

$$\sigma_{t(max)} = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4\tau g^2} \dots\dots\dots(2.19)$$

#### 4. Gaya kombinasi tarik dan geser

Ketika baut menahan gaya tarik dan geser bersamaan, maka gaya kombinasi yang terjadi dapat dihitung dengan rumus :

Gaya geser maksimum,

$$F_g \max = \frac{1}{2} \sqrt{F_t^2 + 4F_g^2} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dan gaya tarik maksimum,

$$F_t \max = \frac{1}{2} [F_t + \sqrt{F_t^2 + 4F_g^2}] \dots\dots\dots(2.21)$$

### 2.7.7 Besi Siku Dan Kanal

#### 1. Besi siku

Besi siku sebenarnya adalah besi plat yang bentuknya siku atau memiliki sudut 90 derajat. Panjang besi siku ini biasanya adalah 6 meter. Penampakan dapat dilihat pada halaman berikut ini.



Gambar 2. 14 Besi Siku

Adapun tabel spesifikasi besi siku pada umumnya dapat dilihat melalui tabel berikut ini:

Tabel 2. 3 Spesifikasi Besi Siku

No.	Ukuran	Berat	Unit
1	20 x 20 x 2 mm x 6M	6.72	kg
2	30 x 30 x 3 mm x 6M	8.16	kg
3	40 x 40 x 3 mm x 6M	11.00	kg
4	40 x 40 x 4 mm x 6M	14.50	kg
5	50 x 50 x 4 mm x 6M	18.50	kg
6	50 x 50 x 5 mm x 6M	22.60	kg
7	60 x 60 x 5 mm x 6M	27.30	kg
8	60 x 60 x 6 mm x 6M	32.52	kg
9	65 x 65 x 6 mm x 6M	35.46	kg
10	70 x 70 x 7 mm x 6M	44.28	kg
11	75 x 75 x 6 mm x 6M	41.22	kg
12	75 x 75 x 8 mm x 6M	54.18	kg
13	80 x 80 x 8 mm x 6M	57.96	kg
14	90 x 90 x 9 mm x 6M	73.20	kg
15	100 x 100 x 8 mm x 6M	73.20	kg
16	100 x 100 x 10 mm x 6M	90.60	kg
17	120 x 120 x 10 mm x 6M	119.40	kg
18	120 x 120 x 12 mm x 12M	260.00	kg
19	125 x 125 x 12 mm x 12M	280.00	kg
20	130 x 130 x 9 mm x 12M	214.20	kg
21	130 x 130 x 12 mm x 12M	280.00	kg
22	150 x 150 x 12 mm x 12M	328.00	kg
23	150 x 150 x 15 mm x 12M	404.00	kg
24	200 x 200 x 15 mm x 12M	544.00	kg
25	200 x 200 x 20 mm x 12M	716.00	kg

### 2.7.8 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2. 15 Motor Listrik

(Sumber: <https://www.xinnuomotor.com/1-hp-single-phase-motor/>)

Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu. Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa : kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

Motor listrik ini mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Dapat dihidupkan dengan hanya memutar sakelar
2. Suara dan getaran tidak menjadi gangguan

Udara tidak ada yang dihisap, juga tidak ada gas buang, karena itu tidak perlu mengukur polusi lingkungan atau membuat ventilasi. Tetapi di ruang yang berbahaya terhadap percikan api, perlu digunakan motor anti eksplosif agar tidak terjadi kebakaran.

### 2.7.9 Pipa

Berdasarkan pada gambar dibawah ini, Pipa adalah saluran tertutup sebagai sarana pengaliran atau transportasi fluida, sarana pengaliran atau transportasi energi dalam aliran. Pipa biasanya ditentukan berdasarkan ukuran nominalnya, sedangkan *tube* adalah merupakan salah satu jenis pipa yang ditetapkan berdasarkan diameter luarnya.



Gambar 2. 16 Pipa Stainless

Dalam suatu perusahaan industri, pipa merupakan salah satu peralatan pokok di luar rangkaian proses yang dipergunakan untuk mengalirkan suatu zat, yaitu berupa zat cair dan zat gas. Zat cairan yang mengalir ini memiliki temperature dan tekanan yang berbeda-beda. Bentuk konstruksi pipa yang terdapat di suatu perusahaan industri di pengaruhi oleh jenis zat cair yang akan

di alirkan melalui pipa tersebut dengan mempertimbangkan pengaruh lingkungan yang ada.

### 2.7.10 Pengelasan

Pengelasan dapat digunakan untuk menyambung bermacam-macam keperluan. Pengelasan dapat dilihat pada gambar 2.17 Bahan-bahan yang mampu disambung dengan pengelasan tidak hanya baja, besi tuang dan baja tuang, tetapi juga termasuk bahan-bahan *non-ferro* seperti: tembaga, aluminium, paduan magnesium, nikel, seng dan bahan sintesis termoplastik.



Gambar 2. 17 Pengelasan

Penggunaan pengelasan :

- Menggantikan konstruksi sambungan paku keling dan konstruksi tuangan atau tempaan.
- Menyambung bagian yang retak atau patah (reparasi).
- Menambal bagian yang aus (*built up welding*).
- Memotong dan menghancurkan bagian konstruksi.

Umumnya penyambungan las dilakukan dengan memanaskan permukaan benda yang dilas sampai suhu las (suhu lebur), baik menggunakan bahan tambah maupun tidak.

Pengikatan benda terjadi karena dua kemungkinan :

1. Karena tekanan bersama (*pressure welding*)
2. Karena peleburan (*fusion welding*)

Keuntungan sambungan pengelasan dibanding paku keling :

1. Lebih rapat
2. Lebih kuat
3. Konstruksi lebih ringan

#### **2.7.11 Pembengkokan / Penekukan**

Pada proses tekuk ini pada gambar 2.18, mesin yang digunakan untuk melipat atau menekuk pelat adalah mesin bending manual dan bendering *Hydraulic Pipe Bender*. Bendering manual digunakan untuk melipat atau menekuk pelat kerja yang telah diselesaikan untuk pekerjaan awal.



Gambar 2. 18 Penekukan

Mampu menekuk pelat dengan tebal maksimum 3 mm dan panjang maksimal 1,5 meter, sedangkan *hydraulic pipe bender* digunakan untuk menekuk benda kerja yang berbentuk silinder.

### 2.7.12 Pengeboran

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor. Gambar pengeboran dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2. 19 Pengeboran