

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Referensi Alat Sebelumnya

Kajian ini digunakan sebagai parameter pembandingan dalam menganalisis permasalahan yang terdapat pada alat yang sudah ada, berdasarkan pada kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah alat sejenis yang dijadikan sebagai pembandingan :

2.1.1. Mesin Cetak Bakso MBM-R280



Gambar 2.1 Mesin Cetak Bakso MBM-R280 (astromesin.com, 2021)

- 1) Spesifikasi :
 - a) Daya : 750 Watt /220/50Hz.
 - b) Material : *Stainless Steel* + Kuningan.
 - c) Ukuran Bakso : 1.7/2.1/2.4/2.8 cm.
 - d) Kapasitas : 250 butir/menit.
 - e) Dimensi Mesin : 750 x 380 x 1280 mm.
 - f) Berat Mesin : 85 kg.
 - g) Harga : Rp 16.694.000.

- 2) Kelebihan :
 - a) Memiliki konsumsi daya paling rendah daripada kedua mesin pencetak pembanding lainnya yaitu hanya 750 *Watt*.
 - b) Memiliki rasio antara daya dengan kapasitas tertinggi.
 - c) Mampu mencetak bakso dengan 4 diameter yang berbeda.
- 3) Kekurangan :
 - a) Harga yang mahal dibanding pesaing lainnya.
 - b) Bobot mesin terlalu tinggi mencapai 85 kg.
 - c) Dimensi mesin paling besar yaitu 750 x 380 x 1280 mm.
 - d) Daya listrik terlalu besar untuk industri rumah tangga.

2.1.2. Mesin Cetak Bakso AST-CBK01



Gambar 2.2 Mesin Cetak Bakso AST-CBK01 (astromesin.com, 2021)

- 1) Spesifikasi :
 - a) Daya : 1100 *Watt* / 220/50Hz.
 - b) Material : *Stainless Steel* + Kuningan.
 - c) Ukuran Bakso : 1.7/2.1/2.8 cm.
 - d) Kapasitas : 280 butir/menit.
 - e) Dimensi Mesin : 600 x 380 x 1380 mm.
 - f) Berat Mesin : 80 kg.
 - g) Harga : Rp 11.500.000.

- 2) Kelebihan :
 - a) Memiliki kapasitas paling tinggi yaitu 280 butir/menit.
 - b) Memiliki harga paling terjangkau yaitu Rp 11.500.000.
 - c) Dimensi mesin paling kecil dibanding kedua produk pembanding lainnya yaitu hanya 600 x 380 x 138 mm.
- 3) Kekurangan :
 - a) Hanya mampu mencetak dalam 3 ukuran.
 - b) Daya yang dikonsumsi mesin terlalu besar yaitu 1100 *Watt*.

2.2. Konsep Rancangan Alat Pembuat Bakso

Alat pembuat bakso merupakan alat yang berfungsi sebagai pembuat bakso dalam jumlah banyak dan secara otomatis. Cara kerja dari alat ini yaitu pertama motor dihidupkan, setelah dihidupkan putaran dan daya dari motor ditransmisikan oleh *pulley* penggerak yang terdapat pada motor dan disambungkan dengan sabuk ke *pulley* kedua yang terhubung dengan *gearbox* yang akan diperlambat putaran dari motor bahan bakar. Kemudian dari *gearbox* inilah diteruskan ke poros spiral yang terdapat didalam *housing*. Yang diantaranya dihubungkan oleh poros penyambung. Poros spiral tersebut berfungsi sebagai pendorong adonan bakso yang kemudian akan di tekan keluar menuju lubang cetakan yang sudah disediakan. Pada bagian luar *housing* terdapat 4 bilah pisau pemotong yang terhubung dengan poros spiral berfungsi untuk memotong adonan bakso yang keluar dari cetakan yang telah dibuat pada *housing*. Sehingga menghasilkan pentol bakso dengan diameter adalah 24,20,17, dan 15 mm dalam waktu secara singkat.

2.3. Pemilihan Bahan dan Komponen

(Sularso, 1997), setiap perencanaan rancang bangun memerlukan pertimbangan-pertimbangan bahan agar bahan yang digunakan sesuai dengan yang direncanakan. Hal-hal penting dan mendasar harus di perhatikan dalam pemilihan bahan.

(Sunardi, 2021), Dalam membuat dan merencanakan rancang bangun suatu alat atau mesin perlu sekali mempertitungkan pemilihan material yang akan di

gunakan. Pemilihan material yang sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancang bangun dan perencanaan alat tersebut. Material yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk, dengan sendirinya sifat-sifat material akan sangat menentukan proses pembentukan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu:

1. Fungsi Dari Komponen

Komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda- beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

2. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan sebagainya.

3. Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti: kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya.

4. Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu alat/mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena

apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan- bahan yang ada dan banyak dipasaran.

5. Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang telah direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

2.3.1. Pisau

Pisau merupakan bagian yang berperan penting dalam proses pembuatan bakso yang berfungsi untuk memotong pentolan bakso yang sudah disalurkan dicetakan. Bahan yang digunakan untuk membuat pisau perajang pada mesin ini adalah terbuat dari Akrilik karena pisau ini harus tahan terhadap korosi.

Perhitungan gaya potong (Hukum Newton II):

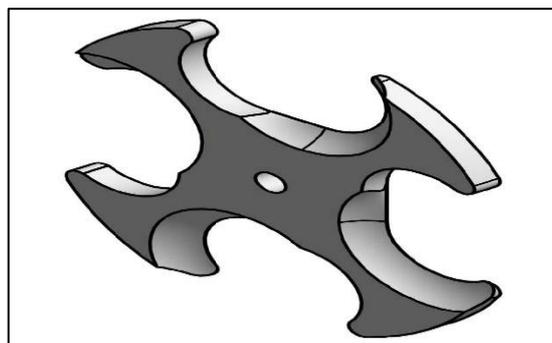
$$\mathbf{F = m.g} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

F : Gaya pada adonan bakso (N).

m : Beban pisau (Kg).

g : Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$ atau 10 m/s^2).



Gambar 2.3 Pisau

2.3.2. Motor Bakar

Motor bakar adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah energi kimia dari suatu bahan bakar tertentu menjadi energi termal. Kemudian energi termal tersebut digunakan untuk memproduksi gerakan mekanik. Dalam rancang bangun ini, penulis mencoba menggunakan motor penggerak jenis motor bakar (1 HP = 0.7457 kW). Daya yang direncanakan dihitung menurut persamaan-persamaan berikut:

- a. Gaya yang terjadi (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

$$\mathbf{T = F \times r} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

T : Torsi pada pisau (N.m).

F : Gaya potong pisau (N).

r : Jari-jari pisau (m).

- b. Daya yang diperlukan (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

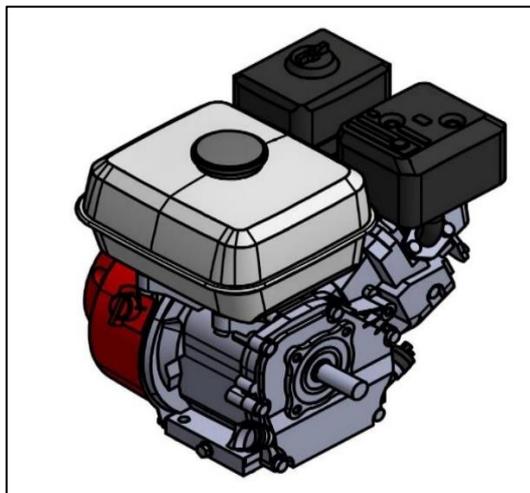
$$\mathbf{P = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

P : Daya (*Watt*).

T : Torsi (N.m).

n : Putaran motor (rpm).

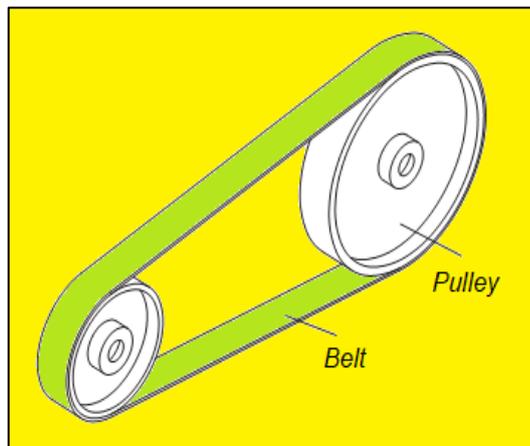


Gambar 2.4 Motor Bakar

2.3.3. Pulley dan Sabuk

Pulley dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu keporos yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa sabuk atau *belt* (Samhuddin, 2018) dan sabuk adalah suatu elemen fleksibel yang dapat di gunakan untuk menghantarkan torsi dari *pulley* penggerak dan *pulley* yang digerakkan, dimana sabuk tersebut dililitkan pada *pulley* yang melekat pada poros yang akan berputar sama seperti halnya fungsi rantai pada *sprocket*. Menurut jenisnya *belt* yang digunakan untuk pemindahan daya adalah:

1. *Belt* datar (*Flat Belt*) dengan penampang melintang segi empat.
2. *Belt-V* (*V-Belt*) dengan penampang melintang bentuk trapesium.
3. *Timing belt* pada dasarnya permukaan penampang hampir sama dengan *belt* datar hanya pada permukaan bagian bawah yang berbeda, bagian bawah *belt* ini mempunyai gigi (bergigi).



Gambar 2.5 *Belt* dan *Pulley* (Peter R.N. Childs, 2014)

- a. Rumus menentukan *pulley* (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

- n_1 : Putaran motor (rpm).
 n_2 : Putaran *pulley* yang di gerakan (rpm).
 d_1 : Diameter *pulley* penggerak (m).
 d_2 : Diameter *pulley* yang di gerakan (m).

b. Rumus kecepatan sabuk (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997)

$$v = \frac{D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

n_1 : Putaran motor (rpm).

D_1 : Diameter *pulley* motor (m).

v : Kecepatan sabuk (m/s).

c. Rumus menentukan panjang sabuk (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

$$L = 2C + \frac{(D_1 + D_2)}{2} + \frac{1}{4C} (D_P - d_P)^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

L : Panjang sabuk (m).

C : Jarak sumbu poros (m).

D_1 : Diameter *pulley* penggerak (m).

D_2 : Diameter *pulley* yang di gerakan (m).

Tabel 2.1 Dimensi Standar V *belt* Menurut IS:2494-1974 (ardyweb, 2015)

Type of belt	Power ranges in kW	Minimum pitch diameter of pulley (D) mm	Top width (b) mm	Thickness (t) mm	Weight per metre length in newton
A	0.7 – 3.5	75	13	8	1.06
B	2 – 15	125	17	11	1.89
C	7.5 – 75	200	22	14	3.43
D	20 – 150	355	32	19	5.96
E	30 – 350	500	38	23	–

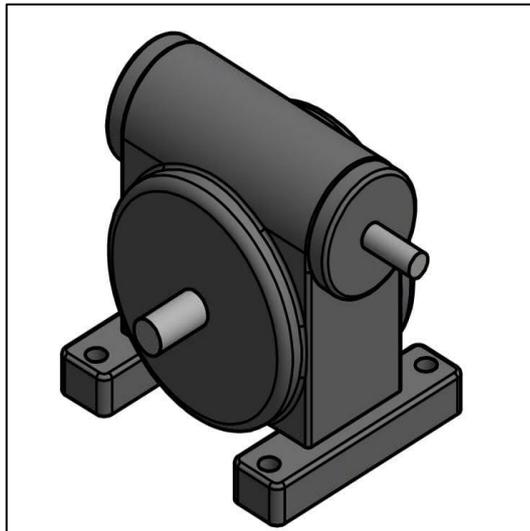
Tabel 2.2 Dimensi Standar *Pulley* Alur-V menurut IS:2494-1974 (ardyweb, 2015)

Type of belt	w	d	a	c	f	e	No. of sheave grooves (n)	Groove angle (2β) in degrees
A	11	12	3.3	8.7	10	15	6	32, 34, 38
B	14	15	4.2	10.8	12.5	19	9	32, 34, 38
C	19	20	5.7	14.3	17	25.5	14	34, 36, 38
D	27	28	8.1	19.9	24	37	14	34, 36, 38
E	32	33	9.6	23.4	29	44.5	20	–

Note : Face width (B) = (n – 1) e + 2f

2.3.4. *Speed reducer (Gearbox)*

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu *Speed reducer (Gearbox)* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Speed reducer (Gearbox)* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan *Speed reducer (Gearbox)* juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar.



Gambar 2.6 *Gearbox*

a) Cara kerja *speed reducer (gearbox)*

Prinsip kerjanya sangat sederhana, hanya dua buah unit komponen utama yang terdiri dari as yang dihubungkan dengan mesin penggerak, dan satu buah as lagi dihubungkan dengan mesin utama, maksud mesin utama ini adalah mesin/peralatan seperti mesin *shredder*, mesin *crusher* atau mesin-mesin lainnya. (Fajar, 2015)

b) Fungsi *speed reducer (gearbox)*

Gearbox atau *speed reducer* mempunyai beberapa fungsi antara lain :

1. *Gearbox* merubah momen puntir yang akan diteruskan ke *spindel* mesin.
2. *Gearbox* menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
3. *Gearbox* menghasilkan putaran mesin tanpa slip.

c) Kelebihan dan Kekurangan *speed reducer*

Adapun beberapa kelebihan dan kekurangan *speed reducer* dibawah ini:

1) Kelebihan *speed reducer*

- a) Daya yang di transmisikan dapat diatur dengan rasio/perbandingan.
- b) Gerakan tidak mudah selip.
- c) Dapat mentransmisikan daya dengan akurat.
- d) Dapat beroperasi dengan kecepatan yang sangat tinggi.
- e) Cenderung bersifat kokoh/kakuh.

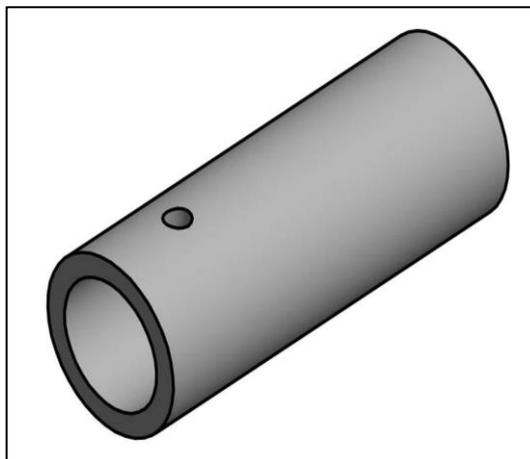
2) Kekurangan *Speed reducer (gearbox)*

- a) *Gearbox* memerlukan perawatan berupa pelumasan.
- b) *Gearbor* memerlukan kelurusan yang teliti.
- c) *Gearbox* dapat menimbulkan suara yang berisik.

2.3.5. Poros dan Pasak

1. Poros

Poros adalah bagian terpenting dari mesin yang fungsinya adalah untuk meneruskan daya dan putarannya. Biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen seperti *pulley*, pasak, bantalan dan lain-lain. Mengenai perencanaan poros ini adalah suatu persoalan perencanaan dasar. Dimana poros dapat menerima pembebanan lentur, tekan, tarik dan puntir baik yang bekerja secara tersendiri ataupun berupa gabungan satu dengan yang lainnya.



Gambar 2.7 Poros

A. Macam-macam poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

- 1) Poros yang menerima beban puntir (torsi saja).
- 2) Poros yang menerima beban momen lentur saja.

Poros jenis ini contohnya sering digunakan pada penggunaan as gerobak, yakni poros hanya menerima beban lentur.

- 3) Poros yang menerima beban momen puntir dan lentur.

Poros jenis seperti ini dapat kita jumpai pada poros roda belakang sepeda motor.

- 4) Beban pada poros akibat gaya-gaya dirantai dan *sprocket*.

Penggunaan elemen rantai dan *sprocket* tidak hanya berfungsi sebagai penerus putaran dan daya transmisi jenis biasanya juga berfungsi sebagai "*speed reducer*" atau penurun putaran.

- 5) Beban pada poros akibat gaya-gaya di v-belt dan pulley.

Penggunaan poros pada pembebebanan v-belt dan pulley memiliki spesifikasi tersendiri dan berfungsi sebagai elemen penerus daya yang melilit pada sepasang pulley.

Untuk menentukan poros, kita dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Jika P adalah daya nominal *output* dari motor penggerak, maka berbagai macam keamanan biasanya dapat diambil dari perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil.

- a. Jika faktor koreksi adalah f_c maka daya rencana P_d (kW)(Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

P_d : Daya rencana (kW).

P : Daya (kW).

f_c : Faktor koreksi daya yang ditransmisikan.

Tabel 2.3 Faktor Daya Yang Akan Ditransmisikan (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997)

Daya yang akan 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

b. Sehingga momen puntir / torsi (T) (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n_1} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan

T : Momen puntir (kg.mm).

n_1 : Putaran poros (rpm).

P_d : Daya rencana (kW).

c. Tegangan geser yang diijinkan (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{sf_1 \cdot sf_2} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:

τ_a : Tegangan yang diizinkan (Kg/mm²).

σ_b : Kekuatan tarik bahan (Kg/mm²).

Sf_1, Sf_2 : Faktor Keamanan.

Tabel 2.4 Kekuatan Tarik Macam Macam Baja ((Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997)

Standar dan Macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (Kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
	S55C	Penormalan	66	

- d. Sedangkan untuk mengetahui diameter poros yang dibutuhkan adalah (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997) :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan

d_s : Diameter poros (mm).

τ_a : Tegangan geser yang diijinkan (Kg/mm²).

K_t : Faktor koreksi momen puntir.

1,0 jika beban dikenakan halus.

1,0 - 1,5 jika beban terjadi sedikit kejutan atau tumbukan.

1,5 - 3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar.

C_b : 1,2-2,3. Jika diperkirakan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor C_b yang harganya antara 1,2 - 2,3 (Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka C_b diambil : 1,0).

T : Momen rencana (Kg.mm).

2.3.6. *Screw conveyor*

Screw conveyor merupakan suatu alat yang berupa pipa ulir yang di susun pada pipa atau poros yang berputar di dalam tabung tetap untuk memindahkan berbagai jenis material yang mempunyai daya alir. Tingkat kebebasan partikel suatu material yang secara individu bergerak saling mendahului satu partikel yang lainnya. Karakteristik ini penting dalam operasi *screw conveyor*.

Screw conveyor terdiri dari poros yang digabung dengan ulir yang berputar sepanjang saluran pemasukan dan unit penggerak pemutar poros. Pada saat poros berputar, material yang telah diisikan akan terdorong kedepan yang selanjutnya akan digerus antara *screw* dan tonjolan yang ada di saringan.

A. Jenis dan Bagian – Bagian dari *Screw Conveyor*

Dalam mendesain *screw conveyor*, harus diperhatikan terhadap material apa yang dipindahkan. Jenis – jenis *screw conveyor* yang umum digunakan yaitu :

1) *Continous Screw*

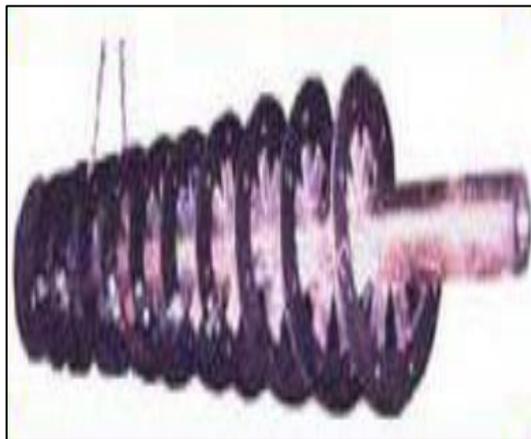
Digunakan untuk memindahkan material berupa butiran dan bubuk yang tidak padat, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 *Continous screw* (Farid Ahmad, 2014)

2) *Robbon Screw*

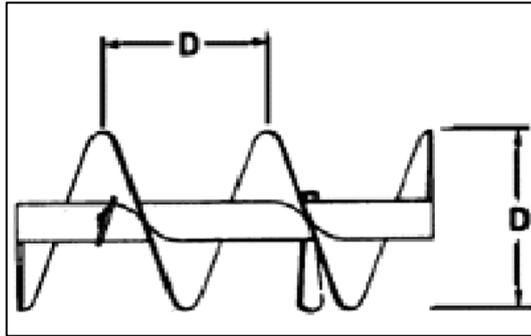
Digunakan untuk memindah material yang sifatnya lengket dan menggumpal, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.9 *Robbon Screw* (Farid Ahmad, 2014)

3) *Paddle Flight*

Digunakan untuk material yang boleh dimampatkan atau digunakan untuk mencampur dua atau lebih jenis material yang dipindahkan, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 *Paddle Flight* (Farid Ahmad, 2014)

Bagian – bagian screw conveyor terdiri dari :

1. Poros.
2. Ulir dari pelat baja.
3. Poros penggerak yang disatukan dengan *bushing*.
4. Pin dengan sistem baut.

B. Perhitungan Kapasitas *Screw Conveyor*

Kapasitas dari *screw conveyor* tergantung dari diameter (D), *crew pitch* (S), putaran poros (n) dan efisiensi beban berdasarkan luasan *screw*. Perhitungan kapasitas *screw conveyor* dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = V \times \rho \dots \dots \dots (2.11)$$

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C \dots \dots \dots (2.12)$$

(A. *spivakovsky ad V. Dyachkov, Conveyors and Relatetd Equipmen*)

Keterangan :

- Q : Kapasitas *screw conveyer* (ton/jam).
 V : Kapasitas adonan yang dipindahkan (m^3 /jam).
 D : Diameter *screw conveyor* (m).
 S : *Pitch screw conveyor* (m).
 n : Putaran *screw* (rpm).
 ρ : Massa jenis adonan yang dipindahkan (ton/m^3).
 ψ : Efisiensi daerah *vertical screw conveyor*.
 C : Faktor kemiringan.
 β : Sudut kemiringan *screw conveyor* ($^\circ$).

Loading efficiency (ψ) mempunyai harga rendah dikarenakan adanya hambatan pada *intermediate bearing*, dan harga (ψ) seperti berikut :

$\Psi = 0,125$ untuk aliran lambat dan material *abrasive*.

$\Psi = 0,25$ untuk aliran lambat dan material agak *abrasive*.

$\Psi = 0,32$ untuk aliran bebas dan material agak *abrasive*.

$\Psi = 0,4$ untuk aliran bebas dan material tidak *abrasive*.

Faktor kemiringan (C) dipengaruhi sudut kemiringan dari *screw conveyor*, apalagi kalau pada *screw conveyor* terdapat *intermediate bearing*, pada rumus diatas harga (C) dipengaruhi sudut (β) sepperti pada tabel berikut ini :

Tabel 2.5 Sudut β (Farid Ahmad, 2014)

β	0	5°	10°	15°	20°
C	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65

C. Perhitungan Daya *Screw Conveyor*

Tahanan total yang mempengaruhi gerakan *screw conveyor* adalah akibat gesekan – gesekan material dengan rumah, antara material dan permukaan *screw*, gesekan pada *bearing* (*intermediate* dan terminal), tambahan tekanan karena pemadatan material sekitar *intermediate bearing*, gesekan antara material yang terbawa *screw* dan material yang melekat pada dinding rumah. Bila *screw conveyor* menyudut keatas, masih ditambah daya untuk mengatasi gaya grafitasi. Berbagai macam tahanan diatas dapat dihitung apabila faktor gesek masing – masing diketahui, tetapi hal ini sulit dilakukan. Biasanya dipakai faktor tahanan (ω_0) yang besarnya didasarkan pada hasil percobaan pada *screw conveyor*. Daya yang direncanakan untuk menggerakkan *screw conveyor* dapat dihitung dengan rumus :

$$N_0 = \frac{QL\omega_0}{367} \dots\dots\dots (2.13)$$

(A.Spivakovsky and V.Dyachkov, *Conveyors and Relatetd Equipment*)

Keterangan :

N_0 : Daya yang direncanakan (kW).

ω_0 : Faktor keamanan.

L : Panjang *screw* (m).

Harga rata – rata (ω_0) untuk material seperti *anthracite*, *air –dry- brown coal*, *nut coal*, *rock salt* dan sebagainya adalah 2,5 sedangkan untuk *gypts*, *dry-clay*, *foundary sand*, *cemen*, pasir, *moulding sand* adalah 4.

D. Perhitungan Torsi *Screw Conveyor*

Torsi yang dibutuhkan pada poros *screw* bila putarannya (n) rpm, dapat dihitung dengan rumus :

$$M_0 = 975 \frac{N_0}{n} \dots\dots\dots (2.14)$$

(A.Spivakovsky and V.Dyachkov, *Conveyors and Relatetd Equipment*)

Keterangan :

M_0 : Torsi *screw conveyor* (kgm).

N_0 : Daya yang direncanakan (kW).

n : Putaran *screw conveyor* (rpm).

E. Perhitungan Kecepatan Laju Material

Untuk menentukan kecepatan material pasa *screw conveyor* (v) dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$V = \frac{Sn}{60} (\text{m/s}) \dots\dots\dots (2.15)$$

(A.Spivakovsky and V.Dyachkov, *Conveyors and Relatetd Equipment*)

Keterangan :

v : Kecepatan material(m/s).

S : *Pitch screw conveyor* (m).

n : Putaran *screw conveyor* (rpm).

2.3.7. *Square Hollow Bar*

Square Hollow Bar adalah besi yang memiliki rongga serta terdapat penampang segi empat atau bujur sangkar. *Square Hollow Bar* juga seringkali dikenal dengan nama pipa kotak. *Square Hollow Bar* biasanya terbuat dari besi *galvanis*, *stainless* atau besi baja. *Square Hollow Bar* menjadi besi yang cukup populer digunakan saat ini karena memiliki fungsi yang cukup banyak dan beragam. Mulai dari kanopi, pintu pagar, pintu besi, teralis modern, dan *GRC Board* menggunakan besi ini sebagai salah satu komponen utamanya.



Gambar 2.11 Contoh *Square Hollow Bar*
(wira.co.id, 2021)

Panjang dari *Square Hollow Bar* sendiri berukuran 6 meter dengan ukuran lebar dan tinggi yang bervariasi, yaitu (40 × 40 mm) (50 × 50 mm) (60 × 60 mm) (75 × 75 mm) (100 × 100 mm) (125 × 125 mm) (150 × 150 mm) (175 × 175 mm) (200 × 200 mm). *Square Hollow Bar* juga mempunyai ketebalan yang beragam, yaitu mulai dari (0.6 mm) (0.7 mm) (0.8 mm) (0.9 mm) (1.0 mm) (1.2 mm) (1.3 mm) (1.4 mm) (1.7 mm) (2.0 mm) (5.0 mm) sampai dengan ukuran (10.0 mm).

Tabel 2.6 Ukuran Besi *Square Hollow Bar* (Achmadi, 2021)

Tebal	Lebar	Panjang
0,7 mm	40 mm x 40 mm	6 M
0,8 mm	40 mm x 40 mm	6 M
0,9 mm	40 mm x 40 mm	6 M

Tebal	Lebar	Panjang
1,0 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,1 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,2 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,3 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,4 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,5 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,6 mm	40 mm x 40 mm	6 M
1,8 mm	40 mm x 40 mm	6 M
2,0 mm	40 mm x 40 mm	6 M
2,3 mm	40 mm x 40 mm	6 M
2,7 mm	40 mm x 40 mm	6 M
3,0 mm	40 mm x 40 mm	6 M

Berikut ini merupakan beberapa jenis *Square Hollow Bar*:

1. *Square Hollow Bar galvanise*

Besi jenis ini merupakan sebutan untuk pelapisan *finishing* yang terdiri dari 97% unsur *coating zinc* (besi), +1% unsur *coating alumunium* dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat *Square Hollow Bar* jenis ini menjadi korosif, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Oleh karena itu, pada penerapannya *Square Hollow Bar* jenis ini harus diberikan anti karat dan jenit cat yang baik agar tahan lebih lama meskipun diterpa cuaca panas dan hujan.

2. *Square Hollow Bar galvalume*

Galvalume merupakan sebutan untuk *zinc-alume* yang pelapisannya mengandung unsur *alume (alumunium)* dan *zinc* (besi). Untuk bahan *galvalume* yang paling baik adalah yang unsur *coating* nya terdiri dari 55% *alumunium*, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan *silicon* 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, *hollow galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan *hollow galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari *Square Hollow Bar galvalume* lebih mahal dibanding *Square Hollow Bar galvanise*.

3. *Square Hollow Bar gypsum*

Hollow gypsum merupakan besi yang digunakan untuk konstruksi bangunan rangka plafon gedung atau rumah, dimana jenis ini dipilih karena kokoh dan juga tahan lama. Bahan yang digunakan untuk membuat *hollow gypsum* adalah besi yang terdiri dari *stainless*. Umumnya ukuran *hollow gypsum* adalah 0,4 mm.

Rumus menghitung volume *Square Hollow Bar* dan berat rangka:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{sisi luar}} &= (P \times L_1) \\
 V_{\text{sisi dalam}} &= (P \times L_2) \\
 V_{\text{hollow}} &= V_{\text{sisi luar}} - V_{\text{sisi dalam}} \dots\dots\dots(2.16) \\
 m &= \rho \times V_{\text{hollow}}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- | | | | |
|-------|------------------------|--------|----------------------------------|
| V | : Volume (m^3). | W | : Berat (kg). |
| P | : Panjang besi (m). | ρ | : Massa jenis besi (kg/m^3). |
| L_1 | : Lebar sisi luar (m). | L_2 | : Lebar sisi dalam(m). |

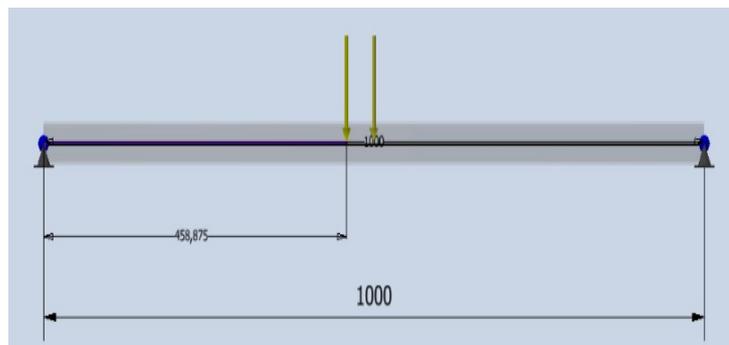
Mencari berat *Square Hollow Bar*

$$m = \rho \times V \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

- m : Berat *Square Hollow Bar* (kg).
- ρ : Massa jenis besi (kg/m^3).
- V : Volume besi berongga (m^3).

A. Berat benda yang memberikan benda



Gambar 2.12 *Free Body Diagram*

$$W = m_{total} \times g \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

W : Berat benda (N).

m_{total} : Massa total (kg).

G : Gravitasi (m/s^2).

B. Momen *bending*

$$M_b = \frac{W}{2} \times \frac{l}{2} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

M_b : Momen *bending* (Nmm).

W : Berat benda (N).

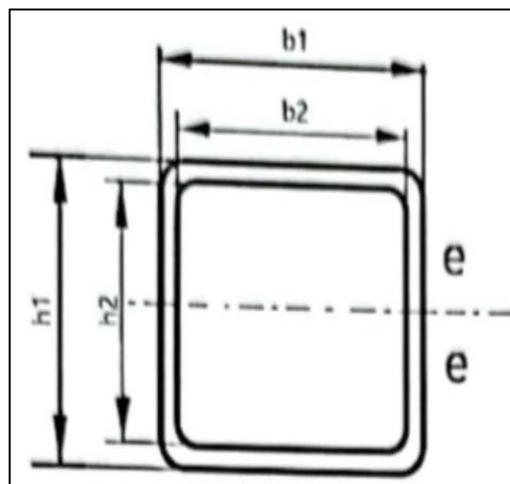
l : Panjang benda yang terindikasi *bending* (mm).

C. Kekuatan rangka meja terhadap benda

Momen Inersia Besi *Square Hollow Bar*

$$I = \left[\frac{1}{12} b_1 \cdot h_1^3 - \frac{1}{12} b_2 \cdot h_2^3 \right] \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :



Gambar 2.13 Keterangan Besi *Square Hollow Bar*

I : Momen Inersia (mm^4).

b_1, h_1 : Panjang bagian luar *square hollow bar* (mm).

b_2, h_2 : Panjang bagian dalam *square hollow bar* (mm).

$$e = \frac{b_1}{2} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$W_b = \frac{I}{e} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

W_b : Momen tahanan *bending* (mm^3).

I : Momen tahanan *bending* (mm^4).

e : Jarak terjauh dari titik benda (mm).

D. Tegangan *bending* benda

$$\sigma_b \text{ benda} = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

$\sigma_b \text{ benda}$: Tegangan *bending* bahan (N/mm^2).

M_b : Momen *bending* (Nmm).

W_b : Momen tahanan *bending* (mm^3).

E. Tegangan izin bahan

$$\sigma_i = \frac{\sigma_t \text{ bahan}}{V_k} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

σ_i : Tegangan izin bahan (N/mm^2).

$\sigma_t \text{ bahan}$: Tegangan tarik bahan (N/mm^2).

V_k : Faktor keamanan.

F. Titik berat

$$X = \frac{A1.X1 + A2.X2 + A3.X3 + A4.X4 + A5.X5 + A6.X6}{A1+A2+A3+A4+A5+A6} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$Y = \frac{A1.Y1 + A2.Y2 + A3.Y3 + A4.Y4 + A5.Y5 + A6.Y6}{A1+A2+A3+A4+A5+A6} \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan:

A : Luas penampang (mm^2).

$X_{1,2,3..}$: Titik tengah absis bidang ke 1,2,3 dst.

$Y_{1,2,3..}$: Titik tengah ordinat bidang ke 1,2,3 dst.

G. Mencari Lendutan Izin

$$W = \frac{F}{\ell} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan:0

- W : Tekanan yang terjadi (N/mm).
- F : Gaya (N).
- ℓ : Regangan normal (mm)

$$\delta = \frac{W \cdot L^4}{E \cdot I} \dots\dots\dots (2.28)$$

Keterangan:

- δ : Perubahan bentuk aksial total (mm).
- W : Tekanan yang terjadi (N/mm).
- L : Panjang batang (mm).
- E : Modulus elastisitas bahan (N/mm²).
- I : Momen Inersia (mm⁴).

Tabel 2.7 Nilai Modulus Elastisitas Untuk Beberapa Material (Khurmi dan J.K.Gupta, 1982)

Material	Modulus of elasticity (E) in GPa i.e. GN/m ² or kN/mm ²
Steel and Nickel	200 to 220
Wrought iron	190 to 200
Cast iron	100 to 160
Copper	90 to 110
Brass	80 to 90
Aluminium	60 to 80
Timber	10

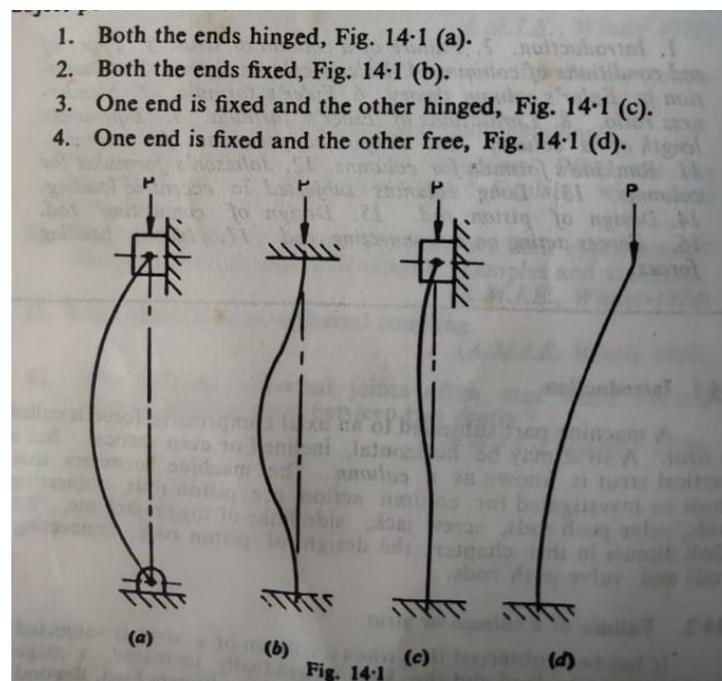
H. Persamaan Euler

$$W_{cr} = \frac{C \pi^2 \cdot E \cdot A}{\left(\frac{l}{R}\right)^2} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$Safety\ load = \frac{Buckling\ load}{Factor\ of\ safety} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan:

- w_{cr} = Beban kritis terkecil
 C = Kondisi dari kolom
 E = Modulus elastisitas bahan (N/mm^2).
 K = Faktor akuntansi untuk posis akhir
 A = Luas penampang (mm^2)
 l = Panjang pembebanan (mm)



Gambar 2.14 Faktor kondisi Akhir *Buckling*. (Rs.Khurmi,J.K Gupta, 1982)

Tabel 2.8 Kondisi *Buckling*. (Rs.Khurmi,J.K Gupta, 1982)

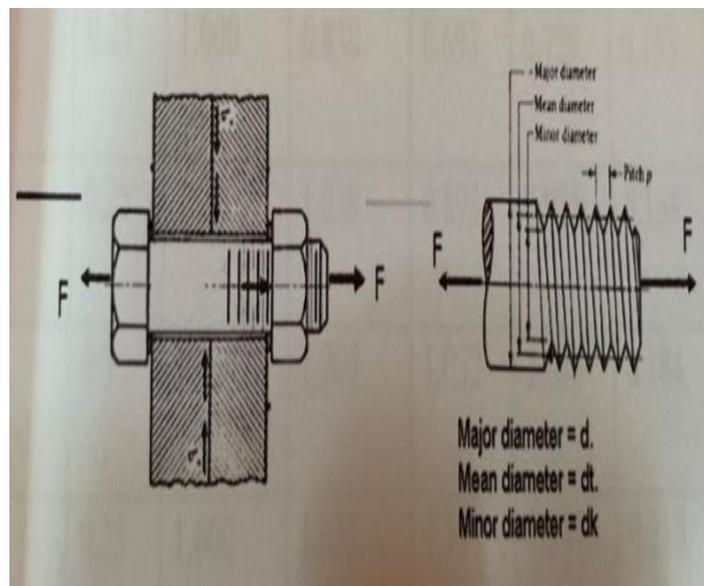
S No.	End condition	End fixity coefficient (C)
1.	Both ends hinged	1
2.	Both ends fixed	4
3.	One end fixed and other hinged	2
4.	One end fixed and other end free	0.25

2.3.8. Baut dan mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk menentukan ukuran baut dan mur, terdapat berbagai faktor yang harus diperhatikan seperti sifat gaya yang akan bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian, dil. Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa:

1. Bebas statis aksial murni.
2. Beban aksial bersama dengan beban puntir.
3. Beban geser.
4. Beban tumpuan aksial.

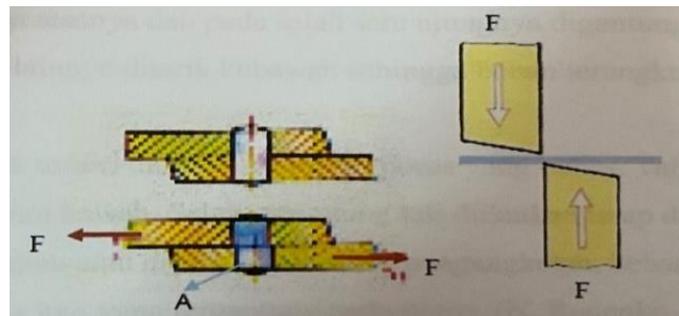
Untuk menghindari kesalahan didalam pemilihan mur dan baut perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 2.15 Perhitungan Sambungan Baut dan Mur (Andika Pratama, 2018)

A. Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada Penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan in banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan keling, gunting, dan sambungan baut.



Gambar 2.16 Tegangan Geser (Funny, 2010)

Pada gambar diatas, dua gaya F sama besar berlawanan arah. Gaya F bekerja merata pada penampang A. Pada material akan timbul tegangan gesernya, sebesar:

$$\tau_{geser} = \frac{F_{total}}{A} \dots \dots \dots (2.31)$$

Keterangan :

τ_{geser} : Tegangan geser (N/mm²).

F : Beban (Newton).

A : Luas Penampang baut (mm²).

Mencari tegangan izin dan tegangan geser izin pada sambungan baut

$$\sigma_{t \text{ izin}} = \frac{\sigma_t}{v} \dots \dots \dots (2.32)$$

$$\tau_{g \text{ izin}} = 0,5 \times \sigma_{t \text{ izin}} \dots \dots \dots (2.33)$$

Keterangan:

$\sigma_{t \text{ izin}}$ = Tegangan izin (N/mm²).

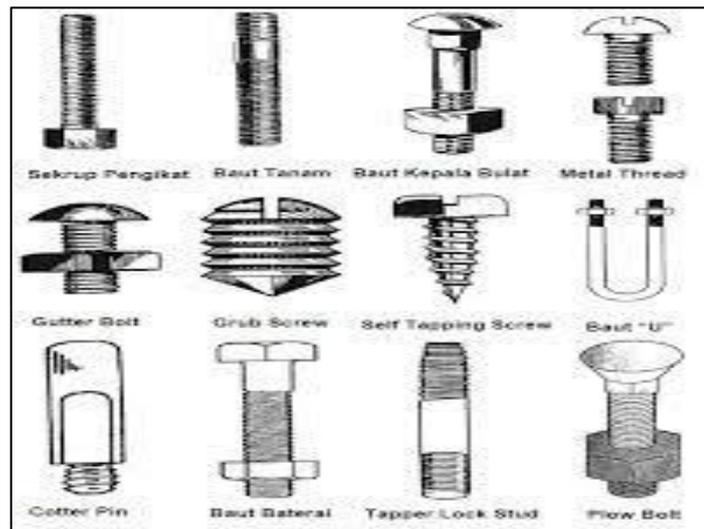
$\tau_{g \text{ izin}}$ = Tegangan geser izin (N/mm²).

σ_t = Tegangan geser (N/mm²).

v = Faktor Keamanan.

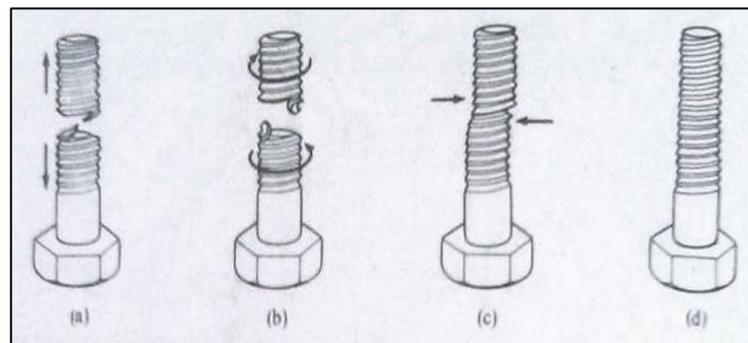
1. Baut

Baut adalah suatu batang atau poros dengan ulir pada permukaan porosnya. Baut berfungsi untuk mengikat dua benda yang akan dihubungkan ke rangka mesin agar benda tersebut tidak bergeser sewaktu mesin dioperasikan. Untuk mengurangi efek gesekan antara kepala baut dengan benda tersebut dapat ditambahkan *ring/washer* diantara kepala baut dan permukaan benda kerja.



Gambar 2.17 Macam – Macam Baut (Chan, 2013)

Seperti pada gambar berikut, diperlihatkan macam-macam kerusakan yang terjadi pada baut.



Gambar 2.18 Jenis Kerusakan Pada Baut (Sakti, 2010)

Dalam beberapa pengujian, kerusakan disebabkan oleh pemberian beban tekan dongkrak sehingga pembebanan terjadi pada baut yang dipasangkan pada plat pengujian sehingga mengakibatkan terjadinya konsentrasi tegangan dan membuat pergeseran pada plat maka menyebabkan patah atau putusnya baut. Dari gambar di atas dapat dilihat kerusakan yang terjadi pada baut:

- a) Putus karena tarikan.
- b) Putus karena puntiran.
- c) Putus karena geser.
- d) Ulir lumar (dol).

Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu dari segi enam, *socket*, dan kepala mur persegi. Contoh baut penjepit dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- a) Baut tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan diketatkan dengan sebuah mur.
- b) Baut tap, untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang di tap pada salah satu bagian.
- c) Baut tanam, merupakan 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 pada sebuah mur.

Tabel 2.9 Ukuran Baut Metrik (desaincad.com)

Nominal (D)	Thread.	Bolt dia			Bolt Head	Bolt Nut	
Size	Pitch	Major(d) max - min	Minor(d ₃) max - min	Pitch Diameter (d ₂) max - min	Thick (Zb)	Acc./Flats (A/F) max - min	Acc./Corn (A/C)
M3	0,5	2,980 - 2,874	2,439 - 2,272	2,655 - 2,580	2,125	5,50 - 5,38	6,40
M4	0,7	3,978 - 3,838	3,220 - 3,002	3,523 - 3,433	2,925	7,00 - 6,85	8,10
M5	0,8	4,976 - 4,826	3,869 - 4,110	4,456 - 4,361	3,650	8,00 - 7,85	9,20
M6	1,0	5,974 - 5,794	4,891 - 4,596	5,324 - 5,212	4,150	10,00 - 9,78	11,50
M8	1,25	7,972 - 7,760	6,272 - 6,619	7,160 - 7,042	5,650	13,00 - 12,73	15,00
M10	1,5	9,968 - 9,732	8,344 - 7,938	8,994 - 8,862	7,180	17,00 - 16,73	19,60
M12	1,75	11,966 - 11,701	10,072 - 9,601	10,829 - 10,679	8,180	19,00 - 18,67	22,10
M16	2,0	15,962 - 15,682	13,797 - 13,271	14,663 - 14,503	10,180	24,00 - 23,67	27,70
M20	2,5	19,958 - 19,623	17,252 - 16,624	18,334 - 18,164	13,215	30,00 - 29,67	34,60
M24	3,0	23,952 - 23,577	20,701 - 19,955	22,003 - 21,803	15,215	36,00 - 35,58	41,60
M30	3,50	29,947 - 29,522	26,158 - 25,306	27,674 - 27,462	19,260	46,00 - 45,38	53,1
M36	4,00	35,940 - 35,465	31,610 - 30,654	33,342 - 33,118	23,260	55,00 - 54,26	63,5

2. Mur

Umumnya mur mempunyai bentuk segi enam, tetapi pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk bermacam-macam, seperti mur bulat, mur *flange*, mur tutup, mur mahkota dan mur kuping.



Gambar 2.19 Macam-Macam Mur (Chan, 2013)

2.3.9. Roda

Roda adalah objek berbentuk lingkaran, yang bersama dengan sumbu, dapat menghasilkan suatu gerakan dengan gesekan kecil dengan cara bergulir. Contoh umum ditemukan dalam penerapan dalam transportasi. Istilah roda juga sering digunakan untuk objek-objek berbentuk lingkaran lainnya yang berputar seperti kincir air.

A. Roda Karet

- 1) Elastisitas yang baik pada permukaan keras.
- 2) Cocok sekali untuk kondisi yang membutuhkan bantalan.
- 3) Kestabilan yang baik sekali untuk di dalam maupun luar ruangan.
- 4) Tersedia dalam warna hitam, abu-abu, dan coklat.

Spesifikasi ukuran roda troli :

- 1) Ukuran 3", 4", 5", 6", dan 8".
- 2) Kapasitas per roda :

3" : 35 kg.

3,5" : 40 kg.

4" : 45 kg.

5" : 65 kg.

6" : 85 kg.

Untuk menentukan beban disetiap kaki roda :

$$\text{Beban disetiap kaki roda} = \frac{m_{total}}{\text{Roda total}} \dots\dots\dots (2.34)$$

Keterangan:

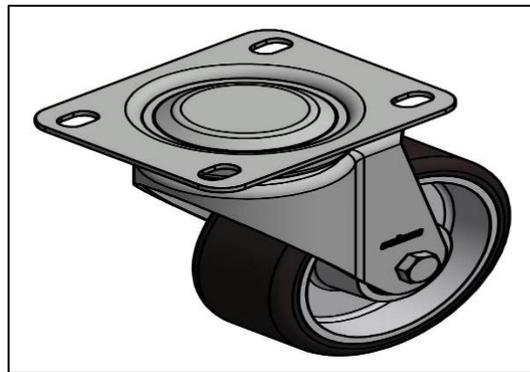
m_{total} : Massa Total (kg).

$Roda total$: Jumlah roda yang ingin di pasang (buah).

Tabel 2.10 Spesifikasi Roda (denkowahanasakti, 2020)



Wheel Material 轮子材料	Tread Width 轮径 (mm)	Tread Width 轮宽 (mm)	Load Height 安装高度 (mm)	Plate Size 底板尺寸 (mm)	Plate Size 孔径 (mm)	Plate Size 孔径 (mm)	Load Capacity 承重 (kg)
Gray Rubber 灰胶	50	17	69	50x50	36x36	8.5	35
Gray Rubber 灰胶	65	21	90	65x65	49x49	8.5	40
Gray Rubber 灰胶	75	21	100	65x65	49x49	8.5	45
Gray Rubber 灰胶	100	27	130	76x76	57x57	8.5	65
Gray Rubber 灰胶	125	27	155	76x76	57x57	8.5	85



Gambar 2.20 Roda

2.3.10. Hopper

Hopper adalah komponen yang berfungsi untuk menampung adonan sebelum memasuki adonan sebelum memasuki *screw conveyor*. Umumnya bentuknya menyerupai kerucut terpancung. *Hopper* yang diperuntukkan untuk memproduksi makanan harus terbuat dari material yang aman untuk makanan / *food grade*.



Gambar 2.21 Hopper

2.4. Proses Pembuatan Komponen

Pada proses pembuatan ini meliputi pembuatan komponen dari mesin atau yang akan dibuat sampai dengan proses perakitan, sehingga alat yang akan di buat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Dalam proses pembuatan alat ini perlu di pertimbangkan mesin apa yang akan di gunakan.

2.4.1. Mesin Bor

Bor adalah mesin yang digunakan untuk pengeboran lubang pada sebuah material. Pengeboran juga dapat digunakan untuk menyeleksi lubang sampai ukuran yang tepat, seperti yang sering dilakukan pada lubang besar atau lubang kecil. Mesin bor merupakan alat yang di gunakan untuk bermacam- macam penggunaan seperti *reaming* (perluasan lubang), *counterboring*, *boring*, dan beberapa pekerjaan bulat lainnya. Mesin bor atau sering juga disebut dengan mesin gurdi adalah salah satu jenis mesin perkakas dengan gerakan utama berputar. Dilengkapi sebuah pahat pemotong yang berputar dan memiliki beberapa sisi potong dan alur yang berhubungan disepanjang badan pahat, alur ini dapat berbentuk *spiral* atau *heliks* yang berfungsi untuk lewatnya serpihan hasil pemotongan dan cairan pendingin. Proses permesinan yang paling sederhana diantara proses permesinan yang lain adalah proses pengeboran atau proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*).

Mesin bor dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

- Mesin bor tangan (mekanik dan elektrik).
- Mesin bor bangku.
- Mesin bor tiang (*couloum*).
- Mesin bor radial.
- Mesin bor jig.

Berikut rumus perhitungan permesinan pada mesin bor :

A. Kecepatan putaran mesin

$$L = l + 0,3 \times d \dots\dots\dots (2.35)$$

$$n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots (2.36)$$

Keterangan :

- n : Putaran benda kerja (Rpm).
 d : Diameter pahat bor (mm).
 V_c : Kecepatan potong (m/menit).
 L : Panjang langkah (mm).

B. Waktu permesinan

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$L = L_a + 1 \dots\dots\dots(2.38)$$

Keterangan :

- T_m : Waktu pengerjaan (menit).
 L : Kedalaman pengeboran (mm).
 S_r : Ketebalan pemakanan (mm/menit).
 L_a : Jarak awal pelat (mm).

2.4.2. Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau juga dapat bertujuan untuk memotong dan membentuk benda kerja, seperti merapikan hasil pemotongan, hasil pengelasan, membentuk lengkungan pada benda kerja yang memiliki sudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk di las, dan lain-lain. Mesin gerinda didesain untuk dapat menghasilkan kecepatan sekitar 10.000 - 15,000 rpm. Dengan kecepatan tersebut, batu gerinda yang merupakan komposisi alumunium oksida dengan kekasaran serta kekerasan yang sesuai, dapat menggerus permukaan logam sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Dengan kecepatan tersebut juga, mesin gerinda dapat digunakan untuk memotong benda logam dengan menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk memotong.

2.4.3. Mesin las listrik

Las listrik dengan elektroda terbungkus merupakan cara pengelasan yang banyak digunakan. Prosesnya bisa arus las tertutup dengan membenturkan elektroda diatas benda kerja dan menariknya sedikit keatas, busur api menyebabkan logam induk *elektroda* meneruskan energi listrik ke busur dan dilebur bersama-sama dengan lapisan *fluks*. Kekuatan api busur dibantu oleh gravitasi dan tegangan permukaan dapat memindahkan tetesan lebur kedalam genangan las, kemudian membeku dibawah tutup pelindung *fluks* dan mengeras kemudian disebut dengan terak: *Fluks* juga memberikan suatu perisai gas yang melindungi logam cair terhadap ujung elektroda dan genangan cair. Dan juga *fluks* memberikan garam yang menyediakan partikel- partikel ionisasi untuk membantu penyalaan. Kembali busur api tersebut. Dalam proses kerangka penyambung besi digunakan las listrik dengan elektroda 2:0 mm, *elektroda* 6013 dan arus listrik yang digunakan 30-80 *Ampere* dengan menggunakan mesin las arus bolak-balik (AC). Untuk spesifikasi elektroda dan arus yang digunakan dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 2.11 Ukuran Besar Arus Dalam Ampere dan Diameter (mm) (Putri,2016)

Diameter <i>Elektroda</i> (mm)	Tipe <i>Elektroda</i> dan Besarnya Arus Dalam <i>Ampere</i>					
	E 6010	E 6014	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,5		80-125	70-100	100-145		
3,2	80-120	110-160	115-165	140-190	125-285	140-190
4	120-160	150-210	160-220	180-260	180-240	180-250
5	160-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-305
5,5		260-340	260-340	275-285	250-350	275-365
6,3		330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
8		390-500	375-470			

Keterangan :

- a. E menyatakan *elektroda*.
- b. Dua angka setelah E (misalnya 60 atau 70) menyatakan kekuatan Tarik defosit las dalam ribuan dengan lb/inchi.
- c. Angka ketiga setelah E menyatakan posisi pengelasan, yaitu
 - Angka (1) untuk pengelasan segala posisi,
 - Angka (2) untuk pengelasan posisi datar dan bawah tangan.
- d. Angka ke empat setelah E menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

Adapun perhitungan sambungan las adalah sebagai berikut.

A. Tebal pengelasan

$$t = \sin 45^\circ \times s \dots\dots\dots (2.39)$$

B. Mencari tegangan geser pada kampuh las

$$\tau_g = 0,5 \cdot \sigma_t \dots\dots\dots (2.40)$$

Keterangan

τ_g : Tegangan geser (N/mm²).

σ_t : Kekuatan tarik (N/mm²).

C. Mencari kekuatan pengelasan

$$P = t \times l \times \tau_g \text{ (N)} \dots\dots\dots (2.41)$$

Keterangan:

P : Kekuatan Pengelasan (N).

t : Tebal Pengelasan (mm).

l : Panjang Pengelasan (mm).

: 2.b (Pengelasan dilakukan pada kedua sisi pelat).

d : Tebal Pelat / Lebar Daerah Las.

b : Panjang Daerah Lasan.

τ_g : Tegangan Geser (N/mm²).

2.4.4. Mesin bubut

Bubut adalah suatu proses pemakanan pada benda kerja dengan pahat bubut yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja pada porosnya. Prinsip kerja pada mesin bubut ialah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu yang diinginkan. Berikut rumus perhitungan permesinan pada mesin bubut:

A. Kecepatan putaran mesin

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.42)$$

Keterangan :

- n = Putaran benda kerja (Rpm).
- D = Diameter pahat bor (mm).
- Vc = Kecepatan potong (m/menit).
- L = Panjang langkah (mm).

B. Waktu pemakanan melintang

$$Tf = \frac{Lo + r}{Sr \times n} \dots\dots\dots(2.43)$$

Keterangan :

- Tf = Waktu pemakanan melintang (menit).
- r = Jari-jari (mm).
- Sr = Pemakanan (mm/putaran).
- N = Kecepatan putaran mesin (rpm).
- lo = Ketebalan pemakanan awal (mm).

C. Waktu pemakanan memanjang

$$Tm = \frac{lo + l + la}{Sr \times n} \dots\dots\dots(2.44)$$

Keterangan :

- Tm = Waktu pemakanan memanjang (menit).
- lo = Kelebihan pemakanan awal (mm).
- l = Panjang pembubutan (mm).
- la = Kelebihan pemakanan akhir (mm).

Sr = Pemakanan (mm/putaran).

n = Kecepatan putaran mesin (rpm).

2.5. Rumus – Rumus Perhitungan pada Alat Bantu Pembuat Bakso

1. Gaya reaksi bebas pada rangka

$$\mathbf{R_{ay} - F_1 - F_2 + R_{by} = 0} \dots\dots\dots(2.45)$$

Keterangan :

R_{ay} : Gaya reaksi pada titik A (N)

R_{by} : Gaya reaksi pada titik B (N)

F₁ : Beban (N)

2. Kekuatan pengelasan

$$\mathbf{P = 0,707 \times s \times l \times \tau_g} \dots\dots\dots(2.46)$$