

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material aluminium

Aluminium banyak digunakan dalam industri cor seperti pembuatan komponen otomotif dan komponen yang lainnya, karena aluminium mempunyai banyak sifat yang menguntungkan, diantaranya aluminium mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai negara. Paduan ini diklasifikasikan menjadi dua kelompok umum yaitu paduan aluminium tuang/ cor (*cast aluminium alloys*) dan paduan tempa (*wrought aluminium alloys*). Aluminium murni memiliki temperature lebur 660°C . Tabel 2-1 memperlihatkan properti dari aluminium (ASM International, 1979).

Tabel 2. 1 Sifat fisik dan mekanik dari Aluminium

Sifat	Besaran British	Satuan Indonesia
Densitas	436,99 lb/ft ³ .	2,7 g/cm ³ .
Titik cair	1220 ° F	660 ° C
Kekuatan tarik	100000 – 80000 psi	689,5 – 5515,8 MPa
Titik luluh	5000 – 68000 psi	34,5 – 468,8 MPa
Modulus elastis	10.6 x 10 ⁶ psi	73,08 x 10 ³ MPa
Prosentase muai	14 – 15 %	14 – 15 %

Rasio Poisson ()	0.33	0,33
Tahanan jenis	$3 \times 10^{-6} / \text{cm}^3$	28,2 n .m.
Konduktivitas panas	130 Btu / hr/ ft/° F.	237 W/m.K
Koefisien muai panas	$13 \times 10^{-6} \text{ in} / \text{in} / ^\circ \text{F}$.	23,1 m/m.K
Kapasitas panas (C')	0.23 Btu/ lb/ ° F.	24,2 J/mol.K
Kekuatan tarik/densitas	10000 – 80000 in.	393,7 – 3149,6 mm

2.2 Bagian – bagian dari rancang bangun alat mesin *centrifugal casting*

2.2.1 Rangka

Rangka mesin merupakan tempat bertumpunya seluruh beban dari seluruh komponen pada mesin *centrifugal casting* tersebut, sedangkan cara kerja rangka mesin yaitu tempat menyatunya seluruh komponen dan merupakan penahan seluruh beban dari komponen – komponen yang telah terpasang saat mesin beroperasi.

Rangka pada umumnya dicor atau dibuat dengan pengelasan. Bahan yang banyak digunakan adalah besi cor atau baja cor. Sekarang ini penggunaan konstruksi dengan lasan lebih disukai bila dibandingkan dengan rangka cor karena beberapa keuntungan antara lain :

1. Menghemat berat sampai 25%.
2. Perbaikan pada rangka yang rusak mudah dikerjakan.
3. Bisa digunakan berbagai jenis baja.
4. Perubahan disain lebih murah karena tidak ada modal yang ditanam untuk pembuatan pola atau inti.

5. Kesalahan dalam pemesinan atau desain lebih mudah untuk dikoreksi.
6. Tambahan bahan bisa diberikan pada daerah yang bertegangan untuk mengurangi getaran dan defleksi.

Rangka berfungsi untuk menopang sistem penggerak, sistem poros dan sistem cetakan. Rangka rencananya dibuat dari profil “L” yang terbuat dari baja karbon rendah.

2.2.2 Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen – elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, sproket dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lentur, beban tarikan, beban tekan, atau beban puntiran yang bekerja sendiri – sendiri atau berupa gabungan satu dengan yang lainnya.

a. Fungsi poros

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama – sama dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakra tali, puli sabuk mesin, piring kabel, roda jalan dan roda gigi dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Contohnya sebuah poros dukung yang berputar yaitu poros roda keran pemutar gerobak.

b. Macam – macam poros berdasarkan pembebanannya

1. Poros Transmisi (*Transmission Shaft*)

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebuah shaft. *Shaft* akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur bergantian ataupun

kedua – duanya. Pada *shaft*, daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt, *pulley*, sprocket rantai, dll.

2. Gandar

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda – roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban punter dan hanya mendapat beban lentur.

3. Poros Spindle

Poros spindle merupakan poros transmisi yang relative pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur (*axial load*). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

c. Hal – Hal yang Perlu Diperhatikan Dalam Perencanaan Poros

1. Kekuatan Poros

Poros transmisi akan menerima beban punter (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perencanaan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertenaga ataupun pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban – beban tersebut.

2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekakuan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang

terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktepatan (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

3. Putaran kritis

Bila putaran mesin dinaikkan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dll. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian yang lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Material Poros

Poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*alloy steel*) dengan proses pengerasan kulit (*case hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja chrom nikel.

d. Persamaan yang digunakan pada Perhitungan Poros

1. Menentukan Momen Torsi Poros (Khurmi, 1982 : 416)

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

Dimana :

Te = Momen torsi

M = Bending momen terbesar pada poros

T = Torsi pada poros

2. Menentukan Diameter Poros (Khurmi, 1982 : 416)

$$T_e = \frac{\pi}{16} \cdot f_s \cdot d^3$$

Dimana:

Te = Momen torsi

fs = *Shear Stress*

d = Diameter poros(mm);

3. Menentukan Daya yang dibutuhkan Mesin Sentrifugal Casting (Adedipe, 2011 : 4)

$$P = \frac{2 \times \pi N_2 \times T}{60}$$

Dimana:

P = Daya yang dibutuhkan (W)

4. Menentukan Torsi yang dihasilkan (Adedipe, 2011 : 5)

$$T = F \times r_D$$

Dimana:

T = Torsi yang dihasilkan (Nm)

rD = Jari – jari Cetakan (m)

5. Menentukan Gaya Sentrifugal Mesin (Adedipe, 2011 : 6)

$$F = Mr\omega^2$$

Dimana:

F = Gaya Sentrifugal mesin (N);

M = Masa Cetakan (kg);

r = Jari – jari Cetakan (mm);

= Kecepatan Angular Cetakan (rpm)

6. Daya rencana dapat diketahui dengan rumus (Sularso, 2004 : 7)

$$Pd = fc \cdot P$$

Dimana : fc = Faktor koreksi

P = Daya normal (KW)

7. Momen puntir dapat diketahui dengan rumus (Sularso, 2004 : 7)

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n1}$$

Dimana : Pd = Daya rencana (watt)

n1 = Putaran poros (rpm)

8. Tegangan geser yang diijinkan (Sularso, 2004 : 8)

$$g = \frac{\sigma b}{sf1 \cdot sf2}$$

Dimana : σb = Kekuatan tarik bahan

Sf1 = Faktor keamanan

Sf2 = Faktor keamanan

2.2.3 Bantalan

Menurut sularso dan Kiyokatsu Suga (1997 : 174) dalam buku elemen mesin, bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak – baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umurnya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Jadi, bantalan dalam pemesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.

Dalam memilih bantalan yang digunakan, perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Tinggi rendahnya putaran poros.
2. Jenis bahan yang digunakan.
3. Besar kecilnya beban yang dikenakan.
4. Kemudahan perawatan.

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros.
 - a. Bantalan luncur

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

b. Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara dua bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum, dan rol bulat.

2. Atas dasar arah beban terhadap poros

a. Bantalan Radial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

b. Bantalan Aksial

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu porosnya.

c. Bantalan Gelinding Khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.2.4 Transmisi

Transmisi adalah suatu alat untuk meneruskan tenaga dari poros satu ke poros yang lain dibantu dengan alat yang sesuai kebutuhan, misal alat itu rantai, sabuk, gear dll. Pada alat *centrifugal casting* aluminium ini kita menggunakan transmisi sabuk yang dihubungkan menggunakan puli.

a. Transmisi sabuk – puli

Sabuk adalah suatu elemen mesin fleksibel yang dapat digunakan dengan mudah untuk mentransmisikan torsi dan gerakan berputar dari suatu komponen satu ke beberapa komponen lain. *Belt* digunakan untuk memindahkan daya antara dua poros yang sejajar. Poros – poros terpisah

pada suatu jarak minimum tertentu yang tergantung pada jenis pemakaian belt / sabuk agar bekerja secara efisien. Sabuk mempunyai karakteristik sebagai berikut

1. Sabuk bisa dipakai untuk jarak sumbu yang panjang.
2. Karena slip dan gerakan sabuk yang lambat perbandingan sudut antara dua poros tidak konstan ataupun sama dengan perbandingan diameter puli.
3. Bila sabuk v dipakai, beberapa variasi dalam perbandingan kecepatan sudut bisa didapat dengan menggunakan puli kecil dengan sisi yang dibebani pegas. Diameter puli merupakan fungsi dari tegangan sabuk dan dapat diubah – ubah dengan merubah jarak sumbunya.
4. Sedikit penyetelan atas jarak sumbu biasanya diperlukan sewaktu sabuk sedang dipakai.
5. Dengan menggunakan puli yang bertingkat suatu alat pengubah perbandingan kecepatan yang ekonomis bisa didapat.

b. Macam – Macam Sabuk

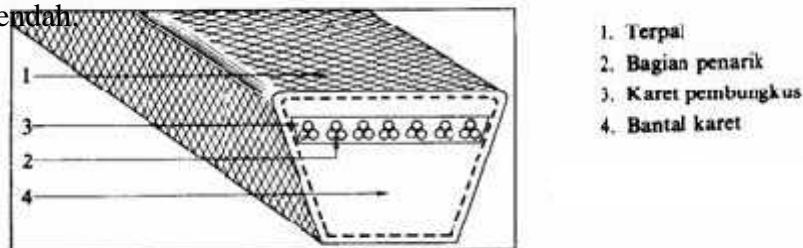
1. Sabuk datar

Bahan sabuk pada umumnya terbuat dari samak atau kain yang diresapi oleh karet. Sabuk datar yang modern terdiri atas inti elastis yang kuat seperti benang baja atau nilon. Beberapa keuntungan sabuk datar yaitu :

1. Pada sabuk datar sangat efisien untuk kecepatan tinggi dan tidak bising.
2. Dapat memindahkan jumlah daya yang besar pada jarak sumbu yang panjang.

3. Tidak memerlukan puli yang besar dan dapat memindahkan daya antar puli pada posisi yang tegak lurus satu sama lain.
 4. Sabuk datar khususnya sangat berguna untuk instalasi penggerak dalam kelompok aksi klos.
2. Sabuk V (*V – Belt*)

Sabuk V terbuat dari kain dan benang, biasanya katun rayon atau nilon dan diresapi karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan tetoron atau semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar (Gambar 2.1). Sabuk V dibelitkan dikelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relative rendah.

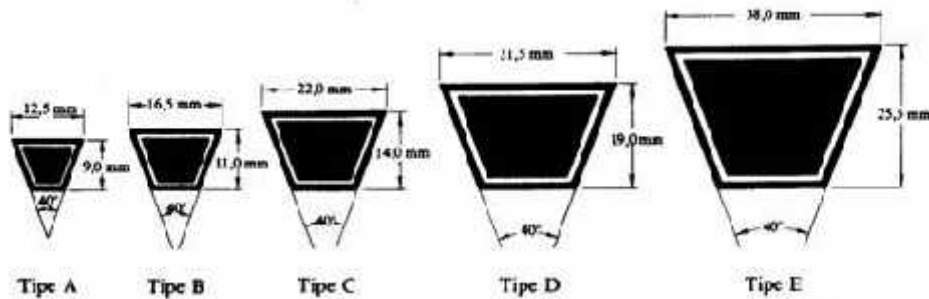


Gambar 2.2 Konstruksi V-Belt

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan karena mudah penanganannya dan harganya murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 m/s sampai 20 m/s pada umumnya, dan maksimal sampai 25 m/s. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 KW.

Jenis – jenis v belt ada tiga jenis yaitu :

- a. Tipe standard ditandai dengan huruf A, B, C, D, & E



Gambar 2. 1 V-Belt Konvensional Tipe Standard

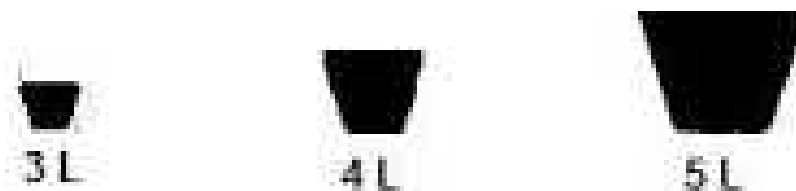
Gambar 2.3 V-Belt Konvensional Tipe Standard

- b. Tipe sempit, ditandai dengan symbol 3V, 5V, & 8V



Gambar 2. 2 V-Belt Konvensional Tipe Sempit

- c. Tipe untuk beban ringan, ditandai dengan 3L, 4L, & 5L



Gambar 2. 3 V-Belt Beban Ringan

Kelebihan sabuk V dibandingkan dengan sabuk datar yaitu

- Selip antara sabuk dan puli dapat diabaikan.
- Memberikan umur mesin lebih lama.

- c. Sabuk V mudah dipasang dan dibongkar.
- d. Sabuk V juga dapat dioperasikan pada arah yang berlawanan.
- e. Sabuk V tanpa sambungan dapat memperlancar putaran.
- f. Sabuk V mempunyai kemampuan untuk menahan guncangan saat mesin dinyalakan.

Sedangkan kelemahan sabuk V dibandingkan dengan sabuk datar yaitu :

- a. Sabuk V tidak seawet sabuk datar.
 - b. Konstruksi puli sabuk V lebih rumit dibandingkan dengan sabuk datar.
 - c. Tidak dapat digunakan untuk jarak poros yang panjang.
3. Persamaan yang digunakan pada Perhitungan V-Belt dan Puli
- a. Menentukan Putaran *Pulley* pada Poros

Kecepatan *Pulley* pada poros ditentukan dengan persamaan (Khurmi, 1982 : 657) oleh :

$$N_2 = \frac{N_1 \times d_1}{d_2}$$

Dimana:

N_1 = Putaran *Pulley* pada Motor Listrik (rpm);

N_2 = Putaran *Pulley* pada Poros (rpm);

d_1 = Diameter *Sheave Pulley* pada Motor Listrik (mm);

d_2 = Diameter *Sheave Pulley* pada Poros (mm).

- b. Mencari kecepatan *pulley* yang digerakkan

Kecepatan *pulley* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Khurmi, 1982 : 683) :

$$V = \frac{\pi d \times N}{60 \times 1000}$$

Dimana :

V = kecepatan linier sabuk V-belt (m/s)

c. Menentukan panjang pada *Belt*

Panjang *Belt* pada mesin *centrifugal casting* ditentukan dengan rumus (Sularso, 2004 : 170) oleh :

$$L = 2c + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4c}$$

Dimana:

L = Panjang efektif sisi luar (mm);

C = Jarak antara dua *Pulleys* (mm).

d. Menentukan Kecepatan Sudut *Pulley* pada Poros

9. Kecepatan sudut *pulley* pada poros ditentukan dengan rumus (Adedipe, 2011 : 4)

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times N}{60}$$

Dimana:

= Kecepatan sudut pada cetakan (rads-1);

N = Kecepatan *pulley* pada poros (rpm).

- e. Berat Sabuk ditentukan dengan rumus (Khurmi, 1982 : 683)

$$W = A.L. \cdot g$$

Dimana :

W = Berat sabuk (N)

= massa jenis sabuk (kg/cm³)

g = percepatan gravitasi (cm/s^2)

- f. Gaya sentrifugal sabuk dapat dicari dengan rumus (Khurmi, 1982 : 669)

$$T_c = \frac{W \cdot v^2}{g \cdot r}$$

Dimana :

T_c = Gaya sentrifugal sabuk (N)

W = Berat sabuk (N)

v = kecepatan linear sabuk (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

r = jari – jari puli (m)

- g. Gaya sabuk sisi kancang dan kendor dapat dicari dengan rumus (Sularso, 2004 : 171)

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\theta}$$

Dimana :

F_1 = Gaya sabuk sisi kancang (N)

F_2 = Gaya sabuk sisi kendor (N)

e = bilangan natural

μ = koefisien gesek sabuk dan puli

= sudut kontak sabuk terhadap puli

10. Torsi (T) dapat dicari dengan rumus (Adedipe, 2011 : 5)

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n^2}$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

n_2 = putaran puli yang digerakan (rpm)

P = daya total (watt)

2.3 Pengecoran Centrifugal

Proses *centrifugal casting* berbeda dengan proses pengecoran statik, pada *centrifugal casting*, pembekuan logam terjadi pada cetakan yang berputar, sedangkan pada pengecoran statik pembekuan logam terjadi pada cetakan yang diam. Pada *centrifugal casting*, biasanya pengisian cetakan (*pouring*) dilakukan ketika cetakan sedang berputar, walaupun pada aplikasi tertentu terutama pada *centrifugal casting* yang tegak lurus, penuangan dimulai ketika cetakan diam, kemudian cetakan diputar sampai pada kecepatan tertentu sehingga pembekuan logam terjadi pada saat cetakan tersebut berputar.

Pada *centrifugal casting* yang mendatar, pengisian logam dilakukan pada saat cetakan berputar pada kecepatan putar yang rendah, setelah cetakan penuh putaran dinaikkan sampai pada putaran tertentu dengan percepatan yang tinggi dan ditahan pada putaran itu sampai pembekuan terjadi.

Hampir semua logam dan logam paduan mengalami penurunan volume ketika berubah dari fasa cair ke fasa padat. Penurunan volume ini disebut dengan penyusutan, besarnya penyusutan tergantung dari jenis logamnya, penyusutan dapat terjadi sampai 5 % atau lebih. Oleh karena itu pada pengecoran statik dipakai penambah (*riser*) yang berfungsi untuk mengisi cetakan ketika penyusutan berlangsung. Suhu logam terus menurun dalam cetakan sampai pada akhirnya membeku seluruhnya. Pada kondisi ini juga terjadi penurunan volume seiring dengan penurunan suhu coran, sehingga ukuran coran menjadi lebih kecil pada suhu

kamar, untuk mengatasi hal ini biasanya dilakukan penambahan ukuran pada mal (*pattern allowance*).

Pada *centrifugal casting*, proses pembekuan terjadi pada cetakan logam dan tidak memakai inti (*core*), penyerapan panas dari logam cair yang paling besar terjadi pada dinding cetakan bagian luar dan penyerapan panas yang lebih kecil terjadi pada bagian diameter dalam dari coran, karena pada bagian diameter luar logam cair bersentuhan dengan dinding cetakan yang terbuat dari logam dan pada bagian diameter dalam bersentuhan dengan udara. Oleh karena itu arah pembekuan coran terjadi dari bagian diameter luar mengarah ke bagian diameter dalam. Karena bagian coran yang membeku terlebih dahulu adalah pada bagian diameter luar, maka pengurangan volume akibat penyusutan akan terisi oleh logam cair yang tersisa pada bagian diameter dalam, oleh karena itu pada *centrifugal casting* mendatar tidak digunakan penambah.

Pengecoran *centrifugal* adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar. Proses pengecoran ini dapat menghasilkan produk coran yang relatif bebas dari gas dan *shrinkage porosity*. Karena pengaruh dari gaya *centrifugal* hasil coran akan lebih padat, permukaan halus dan struktur logam yang dihasilkan akan memberikan sifat mekanik yang baik. Selain itu, pengotor yang memiliki berat jenis lebih rendah dibandingkan logamnya akan berkumpul di permukaan dalam dan dapat dibuang melalui proses pemesinan. Kecepatan putar cetakan yang ideal akan menghasilkan gaya adhesi yang cukup besar antara logam cair dengan dinding cetakan dan getaran yang minimal. Kondisi seperti ini dapat menghasilkan sebuah benda cor dengan struktur yang seragam. Kecepatan putar yang terlalu rendah dapat mengakibatkan *sliding* dan menghasilkan permukaan yang kurang baik. Sedangkan

kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menimbulkan getaran, dimana hasilnya berupa *segregasi* melingkar.