

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Umum Mesin Gergaji Logam Great Captain

1. Mesin Gergaji Great Captain

Gergaji merupakan alat perkakas yang berguna untuk memotong benda kerja. Mesin gergaji merupakan mesin pertama yang menentukan proses lebih lanjut. Mesin gergaji yang akan dibahas dalam laporan ini adalah mesin gergaji besi (hacksaw) dan mesin gergaji bolak-balik (hacksawing machine). Gergaji besi (hacksaw) biasa digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang sederhana dalam jumlah produksi yang rendah. Untuk pekerjaan-pekerjaan dengan persyaratan ketelitian tinggi dengan kapasitas yang tinggi diperlukan mesin-mesin gergaji khusus yang bekerja secara otomatis dengan bantuan mesin.



Gambar 2.1 Mesin Gergaji Logam Great Captain

(Sumber : *Workshop* Produksi dan Perancangan DPTM FPTK UPI)

2. Bagian dan Cara Kerja Mesin Gergaji Logam Great Captain

a. Tuas Ragum Gergaji

Tuas ragam gergaji berfungsi untuk mengatur penjepit benda kerja yang akan dipotong, biasanya tuas ragam gergaji ini cara kerjanya diputar seperti tuas ragam biasanya.

b. Ragum Gergaji

Ragum gergaji berfungsi untuk menjepit benda kerja, biasanya ragum gergaji ini memiliki dua bagian, bagian yang pertama adalah bagian ragum yang diam dan bisa diputar 45° sedangkan bagian kedua adalah bagian yang bisa maju mundur karena poros yang diatur oleh tuas ragum.

c. Daun Gergaji

Daun gergaji berfungsi untuk memotong benda kerja, cara kerja daun gergaji maju mundur yang digerakan oleh bingkai gergaji, biasanya daun gergaji memakan benda kerja pada saat maju saja.

d. Bingkai Gergaji

Bingkai gergaji berfungsi untuk menahan daun gergaji dan mengunci dan menggerakkan daun gergaji maju mundur, cara kerja bingkai gergaji untuk maju mundur daun gergaji yang bertumpu pada hantaran bingkai gergaji yang dan untuk menghantarkan gerakan dari pulley kepada daun gergaji.

e. Hantaran Bingkai Gergaji

Hantaran bingkai gergaji berfungsi sebagai dudukan bingkai gergaji untuk bergerak. Cara kerja hantaran bingkai gergaji hanya untuk dudukan bingkai gergaji agar bisa maju mundur secara optimum.

f. Puli

Puli adalah suatu alat mekanis yang digunakan sebagai sabuk untuk menjalankan sesuatu kekuatan yang berfungsi menghantarkan suatu daya. Cara kerja Puli sering digunakan untuk mengubah Arah dari gaya yang diberikan, Mengirimkan gerak rotasi, Memberikan keuntungan mekanis apabila digunakan pada kendaraan.

g. Motor Listrik

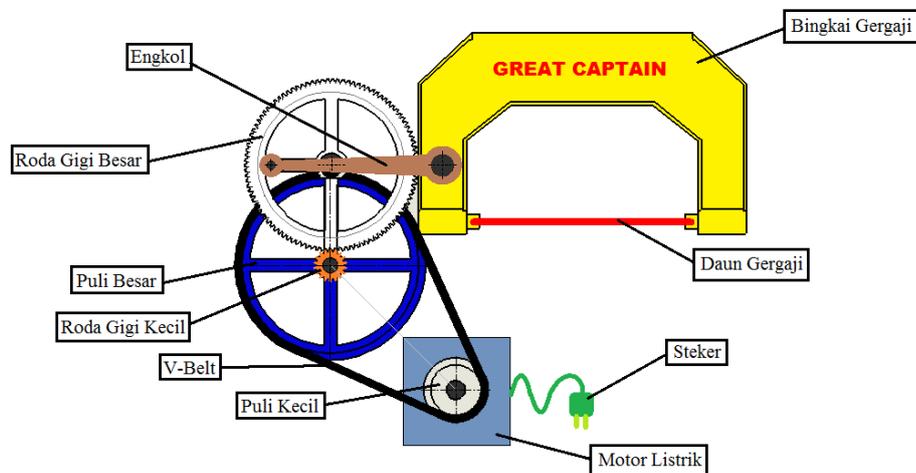
Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Cara kerjanya yaitu

ketika dihubungkan ke sumber listrik, maka arus akan mengalir ke stator (windings) yang membangkitkan medan magnet di sekitar kumparan sehingga mengakibatkan rotor berputar.

h. Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik adalah suatu system pemindah tenaga dengan menggunakan zat cair atau fluida sebagai perantara. Dimana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Cara kerja sistem hidrolik pada mesin gergaji untuk mengatur naik turunnya hantaran bingkai gergaji agar bisa naik turun, cara kerjanya adalah as hidrolik disambungkan pada bantalan yang memiliki benjolan pada satu sisi untuk menekan hidrolik pada saat mundur maka otomatis hantaran bingkai gergaji naik dan pada saat maju otomatis hantaran bingkai gergaji turun untuk memakan benda kerja.

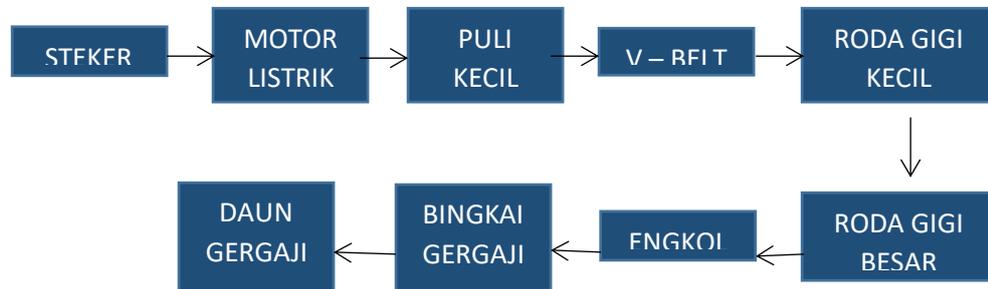
3. Mekanisme Kerja Mesin Gergaji Great Captain



Gambar 2.2 Mekanisme Kerja Mesin Gergaji Great Captain

(Sumber : <https://slideplayer.info/slide/3246158/#.W6OmFvoK6So.gmail>)

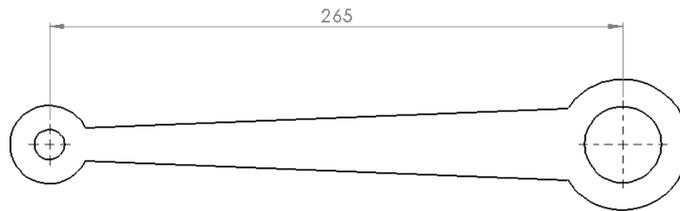
Mekanisme kerja mesin gergaji Great Captain yaitu :



- Perputaran motor penggerak dihubungkan ke sumber arus.
- Perputaran motor dihubungkan melalui puli kecil menuju besar oleh sebuah sabuk V-belt, lalu pada roda gigi kecil menuju roda gigi besar.
- Roda gigi besar mempunyai poros penerus dihubungkan pada poros engkol dan engkol menggerakkan bingkai gergaji sehingga menghasilkan gerak maju mundur pada bingkai gergaji.
- Bingkai gergaji ini terpasang pada suatu alur pada engkol dan diikat oleh sebuah baut dan mur (Gerakannya eksentrik), alur poros engkol yang terhubung dengan roda gigi besar merupakan pengatur panjang langkah bingkai gergaji.
- Pengaturan panjang langkah ini dilakukan dengan cara mengendorkan mur pengikatnya kemudian menggeserkan poros engkol itu pada suatu kedudukan yang kita inginkan. Gambar dibawah ini adalah cara kerja mesin gergaji.

4. Dimensi Sistem Penggerak Mesin Gergaji Great Captain

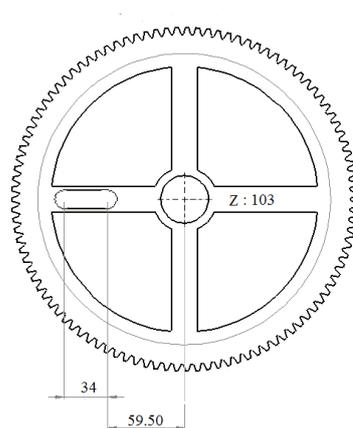
a) Engkol : engkol memiliki panjang 265 mm dari jarak titik porosnya



Gambar 2.3 Engkol

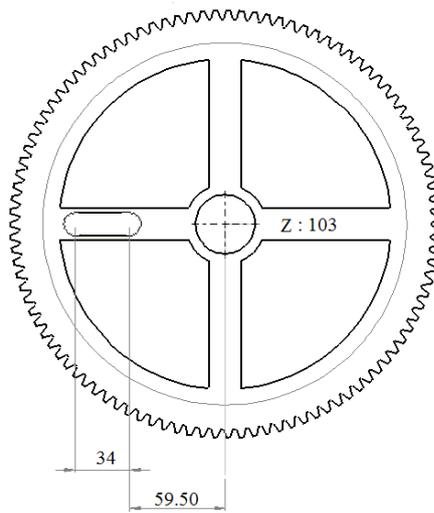
b) Alur perubahan langkah :

- Bila titik poros engkol berdekatan dengan poros roda gigi yang berjarak 59.5 mm dari poros roda gigi maka ini disebut sebagai langkah panjang minimum.
- Bila titik poros engkol berjauhan dengan poros roda gigi yang berjarak 93.5 mm dari poros roda gigi maka ini disebut sebagai langkah panjang maximum



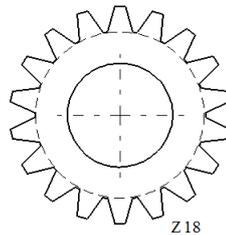
Gambar 2.3 Alur Perubahan Langkah

c) Roda gigi besar : memiliki $\text{Ø}268$ mm dengan $Z= 103$



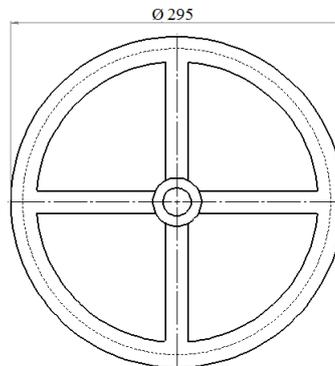
Gambar 2.4 Roda Gigi Besar

d) Roda gigi kecil : memiliki $\text{Ø}52.5$ mm dengan $Z= 18$



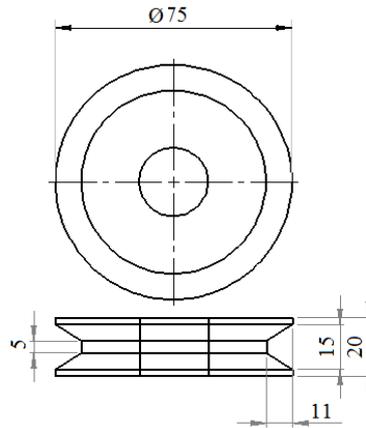
Gambar 2.5 Roda Gigi Kecil

e) Puli besar : $\text{Ø}295$ mm dengan kapasitas lebar sabuk 15 mm



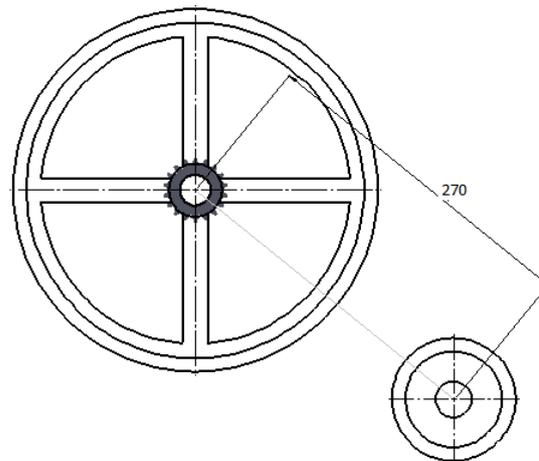
Gambar 2.6 Puli Besar

- f) Puli kecil : $\varnothing 75$ mm dengan kapasitas lebar sabuk 15 mm



Gambar 2.7 Puli Kecil

- g) Jarak poros antar puli kecil ke puli besar ± 270 mm



Gambar 2.8 Jarak Poros Antar Puli

5. Kecepatan Pemotongan Mesin Gergaji Logam

Table 2.1 Kecepatan Potong pada Gergaji Mesin

No	Bahan	Langkah per menit	
		Dengan cairan	Tanpa cairan
1.	Baja karbon rendah	70-100	50-60
2.	Baja karbon menengah	100-140	70
3.	Baja karbon tinggi	100	70
4.	Baja HSS	100	70
5.	Baja Campuran	-	70
6.	Besi tuang	-	70-100
7.	Alumunium	140	100
8.	Kuningan	100-140	70
9.	Perunggu	100	70

(Sumber :

<http://mynewbelajarpemesinaanakteknik.blogspot.com/2016/09/mesin-gergaji-belajarpemesinananaktekni.html>)

Dari table kecepatan potong pada gergaji mesin diatas maka kita dapat memilih kecepatan potong yang dibutuhkan pada mesin gergaji dan untuk kebutuhan diworkshop produksi dan perancangan adalah baja karbon rendah karena kebutuhan untuk pemotongan yang dilakukan pada mesin gergaji ini hanya digunakan untuk jenis bahan St37- St40.

B. Teori Dasar Analisis Mesin Gergaji Logam Great Captain

6. Perbandingan Roda Gigi

Rumus untuk menghitung perbandingan putaran :

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

Keterangan :

- n_A = Putaran roda gigi besar
- n_B = Putaran roda gigi kecil
- Z_A = Jumlah gigi pada roda gigi besar
- Z_B = Jumlah gigi pada roda gigi kecil

Rumus untuk menghitung perbandingan puli :

$$\frac{n_4}{n_3} = \frac{d_3}{d_4}$$

Keterangan :
 n_3 = Putaran puli besar
 n_4 = Putaran puli kecil
 d_3 = Diameter puli besar
 d_4 = Diameter puli kecil

7. Gaya Pemotongan

Pemotongan adalah proses pemisahan benda padat menjadi dua atau lebih, melalui aplikasi gaya yang terarah melalui luas bidang permukaan yang kecil.

Rumus yang digunakan yaitu :

$$F = A \times \tau$$

Keterangan : F = Gaya pemotongan

A = Luas penampang

τ = Tegangan tarik

8. Daya Motor

Jika momen rencana adalah T (Kg.mm) maka daya motor dapat dibuktikan dengan rumus :

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{100}\right) \left(\frac{2\pi n_1}{60}\right)}{102}$$

(Ir. Sularso, 1991, hal 7)

Sehingga

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{100}\right) \left(\frac{2\pi n_1}{60}\right)}{102}$$

(Ir. Sularso, 1991, hal 7)

Keterangan :
 P_d = Daya rencana (KW)
T = Momen rencana (Kg.mm)
 n_1 = Kecepatan Putar (Rpm)

9. Daya Rencana

Tabel 2.3 Faktor-faktor Koreksi Daya yang Ditransmisikan, (Fc)

Daya yang ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimal yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

Rumus :

$$p_d = fc \times P$$

Dimana:

P_d = daya rencana (kW)

fc = harga faktor koreksi daya

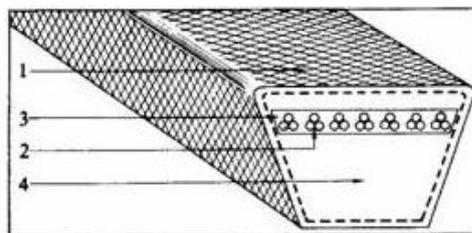
P = daya yang terjadi (kW)

(Sularso, 1997:7)

10. Transmisi

Sabuk- V terbuat dari karet yang mempunyai penampang trapesium. Transmisi sabuk- V hanya dapat menghubungkan poros-poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama, dibandingkan dengan transmisi roda gigi atau rantai sabuk- V bekerja lebih halus dan tidak menimbulkan suara.

Adapun gambar konstruksi sabuk- V dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.9 Kontruksi Sabuk- V

(Ir. Sularso, 1978, hal 164)

Keterangan :

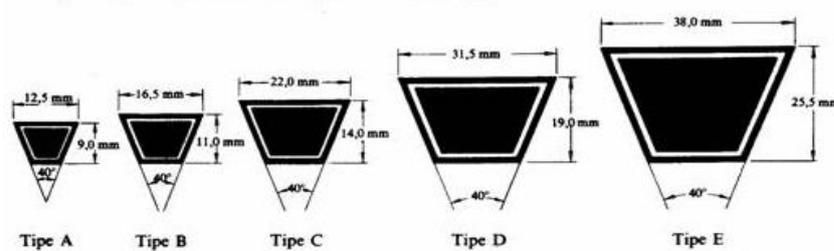
1. Terpal
2. Bagian Penarik

3. Karek Pembungkus

4. Bantal Karet

Sabuk- V dibelitkan dikelilingi alur yang berbentuk V pada puli. 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 dihasilkan transmisi gaya yang besar pada tegangan yang relative rendah. Hal ini merupakan salah satu keunggulan sabuk- V yang umum dipakai.

Gambar dibawah ini merupakan berbagai macam penampang sabuk-V yang umum dipakai.



Gambar 2.10 Ukuran Penampang Sabuk- V

(Ir. Sularso, 1978, hal 164)

Jika dilihat dari data yang ada dipasaran kita mengetahui motor yang digunakan adalah motor dengan rata-rata kecepatan putar 1450 Rpm, sedangkan kita harus menentukan penurunan atau kenaikan putaran yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan perencanaan, ataupun kita dapat menggunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

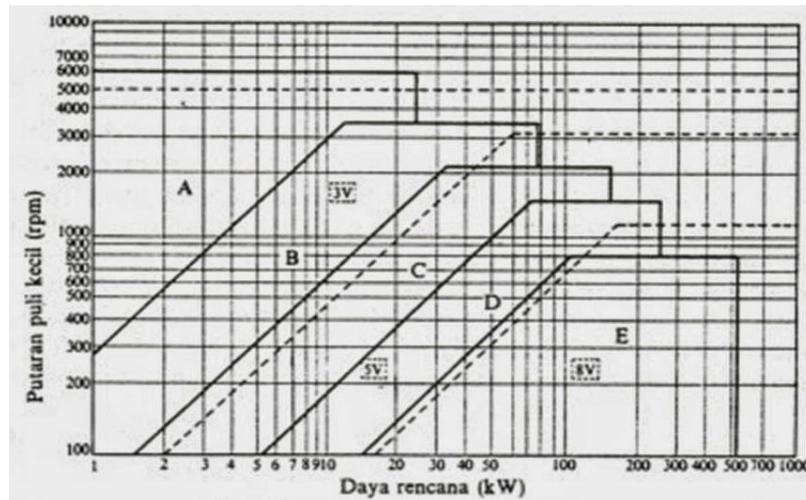
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_3}{d_4}$$

Keterangan: n_1 dan n_2 = Jumlah putaran (Rpm)

d_3 dan d_4 = Diameter Pully (mm)

Pemilihan penampang sabuk dapat ditentukan dengan cara melihat daya rencana yang digunakan (kW) dan putaran poros penggerak (rpm). Atas dasar

daya rencana dan putaran poros penggerak, penampang sabuk-V yang sesuai dapat diperoleh dari diagram pemilihan sabuk-V diatas.



Gambar 2.11 Diagram Pemilihan Sabuk-V

(Ir. Sularso, 1978, hal 165)

Untuk mendapatkan diameter puli yang diizinkan dan dianjurkan sesuai dengan jenis sabuk yang akan digunakan maka dapat dilihat pada (Tabel 2.2), sebagai berikut:

Tabel 2.4 Diameter Minimum Puli Yang Diijinkan dan Dianjurkan

Penampang	Tipe sabuk				
	A	B	C	D	E
Diameter minimum yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter minimum yang dianjurkan	95	145	225	350	550

(Ir. Sularso, 1991, hal 169)

Dalam perdagangan terdapat bermacam-macam ukuran sabuk. Namun, mendapatkan sabuk yang panjangnya saman dengan hasil perhitungan umumnya sukar. Tapi, perhitungan sabuk ini bisa menjadi patokan umum untuk

menentukan ukuran sabuk yang akan kita beli. Adapun rumus perhitungan sabuk sebagai berikut:

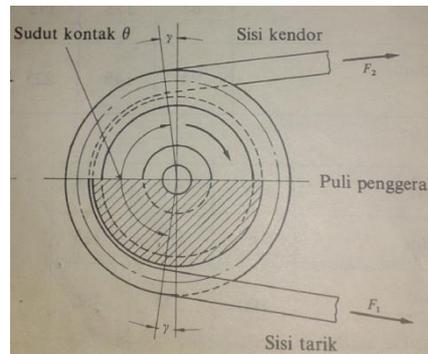
a) Kecepatan sabuk

$$v = \frac{d_p \times n_1}{60 \times 1000}$$

(Ir. Sularso, 1991, hal 166)

Keterangan: V = Kecepatan sabuk (m/s)
 d_p = Diameter puli kecil (mm)
 n_1 = Kecepatan putar puli kecil (Rpm)

b) Sudut Sabuk Θ



Gambar 2.12 Sudut Kontak.

(Ir. Sularso, 1978, hal 170)

$$\Theta = 180 - \frac{57(Dp-dp)}{C}$$

(Ir. Sularso, 1991, hal 173)

Keterangan : Θ = Nilai sudut kontak
C = Jarak antar pusat puli (mm)
 D_p = Diameter puli besar (mm)
 d_p = Diameter puli kecil (mm)

c) Koefisien Gesek Sabuk

Koefisien gesek sabuk pada sistem transmisi ini tergantung dari material sabuk, material puli, slip pada sabuk, dan kecepatan pada sabuk.

$$\mu = 0,54 - \frac{4,26}{152,6 + v}$$

(R. S. Khurmi, 1991, hal 651)

Keterangan : μ = Nilai Koefisien gaya sabuk

V = Kecepatan sabuk (m/s)

d) Gaya Tarik Maksimal Sabuk

$$T_{max} = \tau_s \cdot A$$

(R. S. Khurmi, 1991, hal 669)

Keterangan : T_{max} = Gaya tarik maximum (Kg)

τ_s = Tegang tarik maksimum (Kg/mm²)

A = Luas penampang sabuk (mm²)

e) Gaya Tarik Sabuk

Gaya tegang sabuk sebagai fungsi massa dan kecepatan sabuk dinyatakan dengan rumus :

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

(R. S. Khurmi, 1991, hal 669)

Keterangan : T_c = Gaya tarik sabuk (Kg)

w = Berat sabuk per meter (Kg/m)

v = Kecepatan sabuk (m/s)

g = Kecepatan gravitasi (9,8 m/s)

Tabel 2.5 Massa Jenis Sabuk

<i>Material of belt</i>	<i>Mass density in kg/m³</i>
Leather	1000
Convass	1220
(Rubber)	(1140)
Balata	1110
Single woven belt	1170
Double woven belt	1250

(R. S. Khurmi, 1991, hal 669)

f) Gaya Sisi Kencang Sabuk

Untuk mencari perbedaan tegangan yang terjadi pada sabuk sisi kencang (T_1) dapat menggunakan rumus :

$$T_1 = T_{max} - T_c$$

(R. S. Khurmi, 1991, hal 670)

Keterangan : T_1 = Gaya sisi kencang sabuk (Kg)

T_{max} = Gaya tarik maksimum sabuk (Kg)

T_c = Gaya tarik sabuk (Kg)

g) Gaya Sisi Kendor

Untuk mencari perbedaan tegangan yang terjadi pada sabuk sisi kendor (T_2) dapat digunakan rumus :

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = \mu \Theta$$

(R. S. Khurmi, 1991, hal 668)

Keterangan : T_1 = Gaya sisi kencang sabuk (Kg)

T_2 = Gaya sisi kendor sabuk (Kg)

μ = Nilai koefisien gesek

Θ = Nilai sudut kontak

h) Daya yang ditransmisikan sabuk

$$P_o = \frac{(T_1 - T_2)v}{75}$$

(R. S. Khurmi, 1991, hal 669)

Keterangan : P_o = Daya yang dapat ditransmisikan oleh sabuk

v = Kecepatan puli (m/s)

T_1 = Gaya sisi kencang sabuk (Kg)

T_2 = Gaya sisi kendang sabuk (Kg)

i) Jumlah Sabuk

$$Nb = \frac{P_d}{P_o K\theta}$$

(Ir. Sularso, 1991, hal 173)

Keterangan : Nb = Jumlah sabuk

P_d = Daya motor (KW)

P_o = Daya yang ditransmisikan (KW)

$K\theta$ = Faktor Koreksi

11. Biaya Produksi

Perhitungan total biaya produksi suatu produk pada umumnya terdiri dari ongkos material dan ongkos proses produksinya, perhitungan total biaya tersebut ditunjukkan oleh rumus berikut:

$$Cu = CM + Cp$$

(Taufiq Rochim, 1993, hlm.250)

Keterangan : Cu = Ongkos total (Rp./Produksi)

CM = Ongkos material (Rp./Produksi)

Cp = Ongkos produksi (Rp./Produksi)

Perhitungan ongkos material meliputi harga material yang dibeli dan ongkos tak langsung (*indirect/ overhead cost of material*) yaitu ongkos khusus yang berkenaan dengan penanganan material seperti penyimpanan, pergudangan, pengangkutan barang, biaya gedung, perhitungan bunga pajak dan asuransi. Biaya-biaya tersebut dibagi dengan faktor pemberat yang

dibebankan pada tiap material yang berada di gudang sesuai luas tempat dan waktu penyimpanan.

$$CM = CMo + CMi$$

(Taufiq Rochim, 1993, hlm.250)

Keterangan :

CM = Ongkos material (Rp./Produksi)

CMo = Ongkos tak langsung (Rp./Produksi)

CMi = Harga pembelian(Rp./Produksi)

