

BAB II

TEORI DASAR

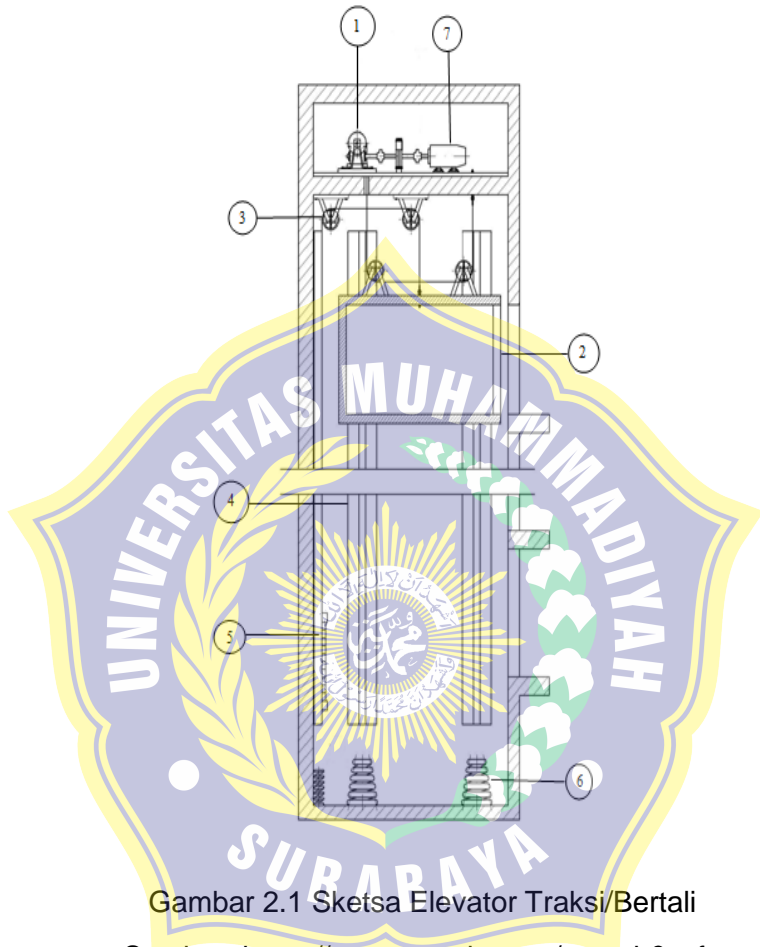
2.1 Elevator

Elevator berupa sangkar yang digerakan naik turun didalam lorong lift dengan bantuan tali kawat baja pengangkat dan gerak mula diperoleh dari motor penggerak. Putaran dari motor yang tinggi akan diteruskan oleh sebuah kopling untuk memutar piring gigi cacing. Kemudian putaran poros tersebut direduksi oleh roda cacing. Adapun komponen rem berfungsi untuk menghentikan putaran poros sehingga tercipta berhentinya gerakan naikturun pada sangkar. Agar gerakan lift tidak goyang digunakan rel-rel penuntun yang dikat pada tembok lorong lift. Bobot penyeimbang digunakan untuk mengimbangi berat dari sangkar sehingga daya yang diperlukan untuk menggerakkan sangkar menjadi lebih kecil (N. Rudenko, 1996)

2.1.1 Macam-Macam Elevator

Peralatan dan jenis-jenis utama dalam sebuah peralatan elevator terdiri dari drum, mesin elevator (1) kabin (2), tali (3), peralatan kontrol, rel penuntun (4), bobot imbang (5), ruang bawah untuk buffer (6), dan motor (7). Untuk peralatan khusus akan ada sedikit perubahan sesuai dengan kegunaannya. Perlengkapan keselamatan dan kenyamanan bagi kabin adalah hal yang paling penting terutama pada elevator barang.

Pada saat elevator akan naik dan turun, motor akan menggerakkan pulley yang kemudian pulley akan menarik tali yang tersambung pada sangkar atau kabin. Kabin bergerak naik-turun dalam sebuah lorong dengan rel penuntun yang terpasang tetap pada kedua sisi kabin, untuk menghilangkan beban pada mesin pengangkat, maka dipasang alat pengimbang yang dihubungkan dengan tali pada sangkar.



Gambar 2.1 Sketsa Elevator Traksi/Bertali

Sumber : <https://www.google.com/search?safe>

2.1.1.1 Elevator Barang

Elevator barang adalah salah satu jenis elevator gedung yang berfungsi untuk mengangkut barang-barang yang biasanya terpasang di gedung-gedung bertingkat. Adanya elevator barang, maka pekerjaan pengangkutan

dan pemindahan barang akan dikerjakan dengan cepat dan aman. Cara kerja elevator ini hampir sama dengan elevator manusia, namun yang membedakan adalah kapasitas daya angkut beban.



Gambar : 2.2 elevator barang

(Sumber : <https://www.indortading.com/jual-lift-barang>)

2.1.1.1 Eskalator

Eskalator atau tangga jalan ialah salah satu untuk mengangkut orang, yang terdiri dari tangga terpisah yang dapat bergerak ke atas dan kebawah yang biasanya terpasang di pertokoan, mall, perkantoran.



Gambar : 2.3 Eskalator orang

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/new-arrival-schindler-escalator-60661923047.html>)

2.2 Bobot Imbang.

Bobot imbang ini untuk mengimbangi dari berat sangkar sehingga mesin tidak menahan beban yang tinggi. Pada umumnya berat penyeimbang sama dengan sangkar ditambah 40-50% dari kapasitas maksimum elevator. Pada bobot imbang ini dibutuhkan lempengan sebanyak 8 keping, maka tinggi maksin-masing lempengan adalah 135 mm berat masing-masing lempengan adalah 1 kg. Untuk mempermudah pemasangan pada bingkainya, kedua ujung dari lempengan dibuat alur.



Gambar : 2.4 susunan lempeng bobotimbang.

Sumber : <https://www.indiamart.com/nineelevators/elevators-accessory.html>

1. Berat beban kosong.

$$G_{CW} = G_k + Q \dots \dots \dots (2.1)$$

2. Berat bobotimbang.

$$G_{CW} = G_k + 0,5 \cdot Q \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : G_k = Beban kabin.

Q = Beban maksimal muatan yang akan diangkat.

3. Volume bobotimbang.

$$V_{CW} = \frac{G_{CW}}{\text{berat jenis}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Direncanakan :

- Panjang bobotimbang $l_{CW} = 850$ mm
- Lebar bobotimbang $b_{CW} = 250$ mm
- Tinggi bobotimbang $t_{CW} = \frac{V_{CW}}{l_{CW} \cdot b_{CW}} \dots \dots \dots (2.4)$

2.3 Sangkar

Sangkar adalah suatu tempat yang digunakan untuk mengangkut penumpang atau barang. Sangkar dilengkapi dengan pintu yang digunakan untuk keluar masuknya penumpang atau barang

2.4 Rel-rel penuntun sangkar

Rel ini hampir sama fungsinya dengan rel penuntun *counter weight* yang membedakan adalah bahan dan bentuk relnya. Rel ini juga terpasang pada lorong-lorong *elevator* dan disusun sedemikian rupa sehingga tidak ada tabrakan antara gerakan sangkar dan *counter weight*.

2.5 Lorong elevator

Lorong elevator merupakan tempat sangkar lift. Selain sangkar, di dalam lorong elevator terdapat rel penuntun, bobot penyeimbang dan tali baja. Desain lorong ini dirancang sedemikian rupa sehingga menjamin gerak sangkar secara bebas dan aman. Tinggi lorong lift adalah tinggi setiap lantai ditambah tinggi ruang mesin yang ada di lantai atas dan ruang komponen pendukung yang ada dibawah.

2.6 Motor Penggerak.

Motor penggerak yang sering di pakai adalah jenis dari motor listrik. Motor listrik mempunyai fungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, konstruksi sebuah motor listrik dari rotor yang merupakan bagian yang bergerak (berputar) dan stator. Ada beberapa jenis motor listrik adalah :

- Motor Servo

Motor servo adalah salah satu contoh dari motor servo ini adalah motor DC (motor arus searah). Perbedaan prinsip kerja motor servo dengan motor stepper adalah jika motor servo ini di aliran arus listrik dari sumber tegangan maka rotor servo akan terus

berputar dengan mengubah polaritas tegangan maka arah putar akan berubah. Konstruksi dari motor ini terpasang pada stator. Kecepatan motor *servo* dipengaruhi oleh pembebebanan, semakin besar beban yang diaplikasikan semakin turun kecepatan putarnya.

- Motor AC

Motor AC merupakan motor induksi dimana kumparan rotor tidak menerima energilistrik secara langsung tetapi secara induksi dari kumparan statornya. Jika kumparan stator ini dialiri arus listrik akan timbul *flux* magnet yang mengakibatkan rotor berputar karena adanya induksi magnet. Motor AC ini tidak menggunakan batang magnet seperti pada motor DC, jadi hanya memakai kumparan-kumparan pada rotor dan motor.

- Motor Stepper

Rotor pada motor *stepper* mempunyai maknet yang menyatu dengan poros putar. Disekeliling rotor terdapat kumparan-kumparan yang membuat medan magnet yang berinteraksi dengan magnet permaner. Jika arus listrik yang melalui kumparan dihidup-matikan (*on dan off*) maka medan magnet akan menyebabkan rotor berputar. Putaran motor ini bisa searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Jika motor tetap pada posisi hidup atau *on*, maka rotor akan tetap diam pada posisinya (ini yang membedakan dengan motor DC), agar rotor tetap berputar maka sekali lagi kumparan harus di *on/off*-kan. Motor stepper ini mudah dikendalikan dengan menggunakan computer digital sebab secara sederhana hanya meng-*on/off*-kan kumparan.

2.7 Perencanaan motor listrik.

Daya motor diperkirakan berdasarkan persamaan berikut ini :

$$N = \frac{(Q+G_K-G_{CW}).V}{\eta} \dots\dots\dots (2.5)$$

(Sumber : <https://seoasmarines.com/2017/09/25/jenis-kawat-baja/>)

- $6 \times 19 + 1$ *fibres core*, artinya adalah sebuah tali kawat baja sangat konstruksi yang terdiri dari 6 *strand* dan tiap *strand* terdiri dari 19 *steel wire* dengan 1 inti serat.
- 6×19 seal L.W.R.C (Independent Wire Rope Center), *steel wire core*, dengan inti logam lunak.
- 6×37 IWRC
Konsumen ini memberikan ketahanan abrasi pada susunan filler 37 kawat dan sekaligus meningkatkan fleksibilitas yang tinggi.
- Tali kawat baja terdiri dari 6 *strand* dan tiap *strand* terdiri dari 25 kawat filler, dengan karakteristik tahapan kelelahan dari abrasi.

Keuntungan dari *steel wire rope* dibandingkan dengan rantai adalah sebagai berikut ini :

- Ringan
Tali baru lebih baik terhadap tegangan, bila beban terbagi rata pada semua jalinan (*strand*).
- Kurang mempunyai tendensi untuk berbelit, peletan yang tenang pada drum, penyambungan yang lebih cepat, mudah dijepit (clip).

Tali kawat baja bisa dioperasikan pada elavator, excavator dan crane-crane besar, keperluan proyek penambangan dan pengeboran.

Tabel kawat seling

6 x 37 + IWRC
Application: Crane, Hoist, Lifting, Sling, General Engineering

Diameter of Rope (mm)	Minimum Breaking Load			Approx. Weight per meter (kg/m)
	A & BG (165 kg/mm ²) Tonnef	B & CG (180 kg/mm ²) Tonnef	C (200 kg/mm ²) Tonnef	
8	3.95	4.16	4.49	0.255
9	5.00	5.26	5.68	0.323
10	6.45	6.50	7.02	0.398
12	8.72	9.37	10.10	0.573
14	11.90	12.80	13.80	0.781
16	15.50	16.60	17.90	1.000
18	19.50	21.00	22.70	1.290
19.1	22.00	23.70	25.60	1.450
20	24.20	26.00	28.10	1.600
22.4	30.40	32.60	35.20	2.000
24	35.40	35.90	38.80	2.300
25	37.70	40.50	43.70	2.500
26	41.00	44.00	47.50	2.680
28	47.50	51.00	55.10	3.130
30	54.50	58.50	63.20	3.580
40	96.50	104.00	112.00	6.400
50	151.20	162.50	175.50	9.950

Tabel : 2. 1 tabel tali kawat

(Sumber : <http://hargabesiterbaru.blogspot.com/2015/10/4-metode-untuk-memilih-kawat-sling-atau-wire-rope.html>)

Diketahui data-data elavator tersebut :

1. Beban kabin (G_k)
2. Beban muatan yang diangkat (Q)
3. Beban bobot penyeimbang (G_{cw})
4. Beban tali kawat baja pengangkat termasuk kabel-kabel listrik dan tali tali yang lain diasumsikan (G_{kt})

5. Jumlah tali kawat baja yang digunakan

Beban total yang ditahan oleh tali kawat baja pengangkat (G_{tot}) adalah :

$$G_{tot} = G_k + Q + G_{cw} + G_{kt} \dots \dots \dots (2.6)$$

➤ Beban yang dipikul setiap tali kawat baja :

$$S = \frac{G_{tot}}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana : G_{tot} = Beban total yang ditahan kawat baja

n = Jumlah kawat baja yang digunakan

η_1 = Koefisien kawat baja saat melewati pulley

η = Effisiensi pulley

➤ Luas penampang efektif tiap kawat baja (A) :

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_{max}}{K} - \frac{1}{D_{min}} \times \frac{E'}{1.5\sqrt{I}}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : S = Beban yang ditahan tiap kawat baja

σ_{max} = Tegangan tarik maksimum

K = Faktor keamanan untuk kawat baja pada elevator

E = Modulus elastistas kawat baja

E' = Modulus elastitas kawat baja yang telah di koreksi

Dmin = perbandingan diameter drum dengan kawat baja

➤ Diameter utama tali kawat baja (d) :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \dots \dots \dots (2.9)$$

A = Luas penampang efektif kawat baja

Diameter serabut kawat pada tali kawat baja (δ)

$$\delta = \frac{d}{1,5 \sqrt{i}} \dots \dots \dots (2.10)$$

d = pembulatan diameter tali kawat baja

Pemeriksaan tegangan tali kawat baja utama yaitu :

- Tegangan tarik tali kawat baja yang diinginkan adalah:

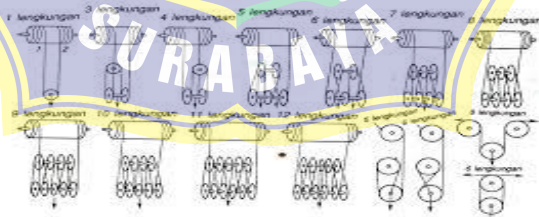
$$\sigma_i = \frac{\sigma_{max}}{k} \dots \dots \dots (2.11)$$

σ_{max} = tegangan tarik maksimu

k = faktor keamanan

- Tegangan tarik utama yang sebenarnya terjadi :

$$\sigma_t = \frac{S}{A} + \frac{\delta \times E_s}{D_{min}} \dots \dots \dots (2.12)$$



Gambar : 2.5 pulley kawat

(sumber : N. Redunko,1992)

Untuk mengetahui umur dan lengkungan tali yang seragam, pengaruh jumlah lengkungan harus dikompensikan dengan suatu perubahan pada D_{min} / d . Tabel 2.1 menunjukkan $\frac{D_{min}}{d}$ ialah fungsi jumlah lengkungan.

Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$
1	16	5	26,5	9	32	13	36
2	20	6	28	10	33	14	37
3	23	7	30	11	34	15	37,5
4	25	8	31	12	35	16	38

Tabel : 2.2 Jenis-jenis lengkungan

(sumber : N.Redunko)

2.9 Perencanaan drum pengikat.

Drum elevator ialah berfungsi sebagai tempat gulungan tali kawat baja ketika kabin naik keatas. Drum ini bergerak berdasarkan motor yang bekerja.

Diketahui :

- Diameter drum :
 $D = D_{min} \times d \dots \dots \dots (2.13)$
 D_{min} = perbandingan diameter drum dengan kawat
 d = pembulatan diameter tali kawat baja
- Jumlah lilitan pada drum.

$$Z = \frac{H_i}{\pi \times D} + 2 \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana : H_i = Tinggal angkatan muatan, meter.
 D = Diameter drum, meter.

- Panjang total drum

$$L = \left(\frac{H_i \cdot 1000}{\pi \cdot D} + 7 \right) 23 \dots \dots \dots (2.15)$$

- Tebal dinding drum $W = 0,02 \times D + 10 \dots \dots (2.16)$

D = Diameter drum

- Tegangan tekan yang diijinkan adalah :

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{max}}{k} \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana : k = Faktor keamanan.

σ_{max} = dinding drum dari besi cor S30C.

- Pengujian tegangan tekan :

$$\sigma_{compres} = \frac{s}{w \cdot s} \dots \dots \dots (2.18)$$

S = Beban yang di pikul setiap tali kawat baja.

W = tebal dinding drum.

S = kisar alur helik pada drum.

2.10 Perencanaan pulley pendukung.

Sistem pulley dalam konstruksi mesin lift terdiri atas sistem tunggal dan majemuk. Maka hal ini bisa dimanfaatkan dengan menggunakan diameter tali kawat baja yang lebih besar.

- Direncanakan pulley terbuat dari besi cor kelabu.
 - Diameter pulley

$$D = e_1 \times e_2 \times d \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana : e_1 = Faktor yang tergantung pada alat pengangkat dan operasi.

e_2 = Faktor yang tergantung pada konstruksi tali.

d = Pembulatan daimeter tali kawat baja.

Diameter tali	a	b	C	E	H	I	r	r_1	r_2	r_3	r_4
4,6	22	15	5	0,5	12,5	8	4,0	2,5	2,0	8	6
6,2	22	15	5	0,5	12,5	8	4,0	2,5	2,0	8	6
8,7	28	20	6	1,0	15,0	8	5,0	3,0	2,5	9	6
11,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
13,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
15,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
19,5	55	40	10	1,5	30,0	15	12,0	5,0	5,0	17	10
14,0	65	50	10	1,5	37,0	18	14,5	5,0	5,0	20	15
28,0	80	60	12	2,0	45,0	20	17,0	6,0	7,0	25	15
34,5	90	70	15	2,0	55,0	22	20,0	7,0	8,0	28	20
39,0	110	85	18	2,9	65,0	22	25,0	9,0	10,2,50	40	30

Tabel : 2.3 pulley kawat baja
(sumber : sularso).

2.11 Perencanaan poros drum pada mesin penggerak.

Pada umumnya poros bisa menerima beban puntir dan lengkung.

- Torsi pada poros

$$T = S \times \frac{D}{2} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana : S = Beban yang di pikul setiap tali kawat baja.

D = Diameter pulley.

➤ Momen bending pada poros

$$Q = G_{cw} + Q + G_k + Spuli \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana : G_{cw} = Berat bobot imbang
 G_k = Berat kosong kabin
 $Spuli$ = Berat pulley

➤ diasumsikan

Q = Berat maksimum

- Jarak bantalan pada drum I
- Momen bending pada poros $M = Q \times 0,51 \dots (2.22)$
- Q : beban total
- Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana : σ_B = Tegangan geser material.
 Sf_1 = Faktor bahan untuk baja paduan.
 Sf_2 = Faktor pengaruh alur pasak.

➤ Diameter poros

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana : K_m = Faktor momen lentur.
 K_t = faktor tumbukan.
 K_t = Faktor tumbukan.
 T = torsi pada poros.
 M = momen bending pada poros.

τ_a = tegangan geser yang diizinkan.

2.12 Perencanaan pasak pada poros drum mesin penggerak.

- Momen torsi pada poros :

$$T = S \times \frac{D}{2} \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana : S = Beban yang di pikul setiap tali kawat baja

D = Diameter pulley

- Gaya tangensial pada poros :

$$F = \frac{T}{0,5 \cdot d_s} \dots \dots \dots (2.26)$$

Dimana : T = momen torsi pada poros.

d_s = diameter poros.

- Dimensi pasak
- Lebar pasak, b
 - Tebal pasak, h
 - Kedalaman alur pada poros, t1
 - Kedalaman alur pada hub, t2
 - Bahan pasak S55 C-D dengan kekuatan tarik (σ_b)
- Tegangan geser yang diizinkan :

$$\tau_{ka} = \frac{\sigma_b}{S_{f1} \times S_{f2}} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana : S_{f1} = faktor baja paduan

S_{f2} = Faktor pengaruh alur pasak

- Panjang pasak berdasarkan tegangan geser :

$$l_k = \frac{F}{b \times \tau_{ka}} \dots \dots \dots (2.28)$$

2.13 Pemeriksaan Kekuatan Pada Poros Drum Mesin Penggerak.

Diasumsikan konsentrasi pada alur pasak adalah lebih besar dari pada

konstruksi diporos dan didapatkan ukuran pasak sebagai berikut :

$$\frac{R}{d_s} \dots \dots \dots (2.29)$$

R = Rari-jari

d_s = Diameter poros

➤ Tegangan geser yang terjadi pada poros :

$$\tau = \left[\left(\frac{5,1}{d_s^3} \right) \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right] \dots \dots \dots (2.30)$$

K_m = Faktor momen lentur.

K_t = Faktor tumbukan.

T = Torsi pada poros.

M = Momen bending pada poros.

d_s^3 = Diameter poros.

2.14 Perencanaan rem blok ganda

Rem yang direncanakan untuk yang akan digunakan adalah rem sepatu elektromagnetik. Banyak variasi desimen seperti yang berbeda dari susunan sistem tuas yang digunakan pada perlengkapan pengikat bahan atau material.

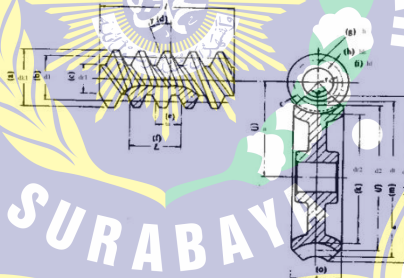
Diketahui :

- Beban total, kg
- Kecepatan angkat, v_a
- Daya motor, N
- Putaran motor, n
- Hasil interpolasi:
 - Dimeter roda rem, D
 - Lebar roda rem, B
- Momen gaya pada poros motor adalah :

$$M = 71620 \cdot \frac{N}{n} = \text{kg} \dots \dots \dots (2.31)$$

2.15 Perencanaan Roda Gigi Cacing

pasangan roda gigi cacing terdiri dari atas sebuah cacing yang mempunyai ulir luar dan sebuah roda cacing yang berkait dengan cacing. Di bawah ini adalah gambar dan nama bagian-bagian roda gigi cacing :



Gbr. 6.39 Nama bagian-bagian roda gigi cacing:

- | | |
|--------------------------------|--|
| (a) Diameter luar cacing | (i) Tinggi kaki |
| (b) Diameter jarak bagi cacing | (j) Jarak sumbu |
| (c) Diameter inti cacing | (k) Diameter lingkaran kaki dari roda cacing |
| (d) Sudut kisar | (l) Diametere jarak bagi dari roda cacing |
| (e) Jarak bagi | (m) Diameter tenggorok roda cacing |
| (f) Kisar | (n) Diameter luar roda cacing |
| (g) Tinggi gigi | (o) Lebar roda cacing |
| (h) Tinggi kepala | |

Gambar : 2.7 Nama-nama bagian-bagian roda gigi cacing.

Sumber : sularso ; 1978 :104 Perencanaan roda cacing.

Perencanaan roda cacing

1. Beban (W)
 - Kecepatan angkat (V_a)
 - Diameter drum (D)
 - Diasumsikan efisiensi (η_w)
 - Jarak sumbu poros roda dengan poros cacing (C)
 - Perbandingan reduksi (i)
2. Faktor koreksi (f_c)
3. Beban rencana (w_d)
4. Putaran pulley (n_D) = $\frac{(1000 \times V_a)}{(\pi)(D)}$ (2.32)
5. Daya motor listrik (P_M)
6. Momen puntir

- Poros roda cacing
 $(T_2 = 9,74 \cdot 10^3 \cdot \frac{P_M}{n_D})$ (2.33)

- Poros cacing
 $(T_1 = 9,74 \cdot 10^3 \cdot \frac{P_M}{i \cdot n_D})$ (2.34)

7. Tegangan geser izin :
 $\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2}$ (2.35)

Dimana :

- σ_B = Kekuatan tarik.
- Sf_1 = Faktor bahan untuk baja paduan.
- Sf_2 = Faktor pengaruh alur pasak.

8. Diameter poros :
 - Poros roda cacing

$$(d_21) = \sqrt[3]{\frac{5,1}{\tau_a} \times T_2} \dots \dots \dots (2.36)$$

τ_a = tegangan geser izin

- Poros cacing

$$(d_22) = \sqrt[3]{\frac{5,1}{\tau_a} \times T_1} \dots \dots \dots (2.37)$$

9. Modul aksi

$$m_2 = \frac{2c-12,7}{z_2+6,28} \dots \dots \dots (2.38)$$

Modul normal

$$m_n = m_2 \cdot \cos \gamma \dots \dots \dots (2.39)$$

Jarak bagi

$$\tau_a = \frac{\pi \cdot m_n}{\cos \gamma} \dots \dots \dots (2.40)$$

10. Diameter lingkaran jarak bagi :

- Untuk cacing

$$(d_1) = \frac{z_1 \cdot m_n}{\sin \gamma} \dots \dots \dots (2.41)$$

- Untuk roda cacing

$$(d_2) = z_2 \cdot m_2 \dots \dots \dots (2.42)$$

11. Ukuran-ukuran utama :

- Tinggi kepala cacing (h_k)
- Tinggi kaki gigi cacing (h_f)
- Kelonggaran puncak (c)
- Tinggi gigi (H)
- Diameter luar cacing :

$$d_{k1} = d_1 + 2 \cdot h_k \dots \dots \dots (2.43)$$

- Diameter kaki cacing :

$$d_{r1} = d_1 + 2 \cdot h_f \dots \dots \dots (2.44)$$

- Diameter kepala roda cacing :

$$d_r = d_2 + 2 \cdot h_k \dots \dots \dots (2.45)$$

- Diameter kaki roda cacing :

$$d_{r2} = d_2 + 2 \cdot h_f \dots \dots \dots (2.46)$$

12. Sudut lengkung sisi gigi (Φ) 90°

Lebar sisi gigi roda cacing :

- $b = 2,38 \cdot \left[\frac{\pi \cdot m_n}{\cos \gamma_f} \right] + 6,35 \dots \dots \dots (2.47)$

- Diameter luar roda cacing :

$$d_{k2} = d_t + 2 \left(\frac{d_1}{2} - h_k \right) \left(1 - \cos \frac{\Phi}{2} \right) \dots \dots \dots (2.48)$$

Jari-jari lengkung puncak gigi roda cacing :

$$r_t = \frac{d_1}{2} - h_k \dots \dots \dots (2.49)$$

Lebar sisi gigi efektif :

$$b_e = d_k \cdot \sin(\Phi/2) \dots \dots \dots (2.50)$$

13. Bahan cacing : SF 50 (JIS G 3210)

Bahan roda cacing : FC 20 (JIS G 5501)

Tegangan lentur izin (σ_{ba})

Faktor bentuk roda cacing (Y)

14. Beban lentur izin

$$F_{ab} = \sigma_{ba} \cdot b_e \cdot m_n \cdot Y \dots \dots \dots (2.51)$$

15. Faktor tahan haus (K_c)

Faktor sudut kisar (K_γ)

16. Beban permukaan gigi yang diizinkan :

$$F_{ac} = K_c \cdot d_2 \cdot b_e \cdot K_\gamma \dots \dots \dots (2.52)$$

17. Beban permukaan gigi yang diizinkan :

$$F_{ac} = K_c \cdot d_2 \cdot b_e \cdot K_\gamma \dots \dots \dots (2.52)$$

18. Beban minimal (F_{min})

$$19. \text{Beban statis gigi } (W_2) = \frac{W \cdot f_2 \cdot D}{d_2} \dots \dots \dots (2.53)$$

f_2 = Faktor koreksi.

D = diameter drum.

d_2 = Untuk roda cacing.

W = beban.

$$20. \text{Beban tangensial : } F_t = \frac{102 \cdot P_m \cdot \eta_D}{v} \dots \dots \dots (2.54)$$

2.16 Perencanaan Bantalan

Berdasarkan data-data perhitungan yang dilakukan sebelumnya dan disesuaikan dari SKF General catalog bantalan yang ada dipasaran dengan data-data sebagai berikut :

- Diameter luar bantalan (D)
- Diameter dalam bantalan (d)
- Tebal bantalan (t)
- Beban dinamis (c)
- Beban statis (c_0)
- Faktor kalkulasi dinamis (e)
- Beban radial pada poros (F_r)

Beban aksial pada poros (F_a)

- Dari EAG 24126 ESK 30 TVPB general catalog didapat : $f_a/f_r < e$ 1,96 ; $y_o = 1,96$
- Beban dinamis ekivalen :

$$p = (x \cdot F_r) + (Y \cdot F_a) \dots \dots \dots (2.55)$$

- Faktor kecepatan bantalan :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{3/10} \dots \dots \dots (2.56)$$

- Faktor umur bantalan :

$$f_h = f_n \cdot \left(\frac{C}{P} \right) \dots \dots \dots (2.57)$$

- Umur nominal bantalan :

$$L_h = 500 \cdot (f_h)^{10/3} \dots \dots \dots (2.58)$$

2.17 Perencanaan Poros Pulley Pendukung

1. Torsi pada poros : $f_r \frac{D}{2} \dots \dots \dots (2.59)$

Dimana : f_r = Beban radial pada poros.

D = diameter drum.

2. Momen benda pada poros : $q \frac{l}{2} \dots \dots \dots (2.60)$

Dimana : q = Beban.

l = Jaral dukung bantalan.

3. Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{s_{f_1} \times s_{f_2}} \dots \dots \dots (2.61)$$

Dimana : σ_B = Kekuatan tarik.

Sf_1 = Faktor bahan untuk baja paduan.

Sf_2 = Faktor pengaruh alur pasak.

4. Diameter poros

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.62)$$

Dimana : K_t = Faktor tumbukan.

K_m = Faktor momen lentur.

T = torsi pada poros.

M = momen bending pada poros.

τ_a = tegangan geser yang diizinkan.

2.18 Perencanaan Pegas Untuk Buffer Pada Kabin

1. Beban total yang ditahan (kg)
2. Defleksi yang akan direncanakan terjadi (δ)
3. Diameter pegas (D)
4. Misalkan (C) = D/d
5. Tegangan geser yang terjadi (τ) = $k \frac{8.D.wq}{\pi.d^3} \dots\dots\dots(2.63)$
6. Pegas yang digunakan menggunakan bahan SUP 10 dengan sifat mekanis :
Kekuatan tarik (τ_1)
Modulus geser (σ)
7. Kekuatan tarik yang diijinkan (τ_d)

2.19 Perencanaan pegas Untuk Buffer Pada Bobot Imbang

1. Beban total yang ditahan (kg)
2. Defleksi yang akan direncanakan terjadi (d)
3. Diameter pegas (D)
4. Misalkan (C) = D/d

5. Tegangan geser yang terjadi (τ) = $k \frac{8.D.w_q}{\pi.d^3} \dots\dots(2.64)$
6. Pegas yang digunakan menggunakan bahan SUP 10 dengan sifat mekanis :
Kekuatan tarik (τ_1)
Modulus geser (σ)
7. Kekuatan tarik yang diijinkan (τ_d)

