

# PERENCANAAN LIFT PENUMPANG DENGAN SISTEM PENGGERAK TIPE TRAKSI KAPASITAS 600 KG UNTUK KEPERLUAN GEDUNG RUMAH SAKIT STUDI KASUS RS SUMBER JAYA SEHAT KANDANGAN

Aliyan Fahriansyah<sup>1</sup>, Budi Hartadi<sup>2</sup>, Firda Herlina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, NPM.16620138

<sup>2</sup>Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, NIK.060611529

<sup>3</sup>Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, NIK.061104550

Email: aliyah.fahriansyah15@gmail.com

## ABSTRAK

Kemajuan perkembangan teknologi sendiri memberikan solusi atas permasalahan lahan yang semakin hari semakin sedikit, dengan membangun gedung gedung bertingkat yang bertujuan menghemat lahan yang ada dikota demi kebutuhan manusia itu sendiri. Dengan adanya Lift atau *elevator* yakni bagian dari pelayanan dirumah sakit tersebut, guna memudahkan mobilitas orang yang dari lantai bawah ke lantai atas maupun sebaliknya, Baik untuk pasien, pengunjung, perawat ataupun dokter.

Perencanaan lift kapasitas 600 kg ini memakai sistem penggerak traksi dengan metodologi perencanaan metode literatur dan juga observasi untuk memudahkan dalam analisa perencanaan lift tersebut. Lift yang memakai sistem penggerak traksi cara kerjanya yaitu roda puli dengan mesin penggeraknya motor yang diletakkan pada lantai paling atas .

Kesimpulan dari perencanaan ini didapat hasil yang penting telah di hitung dan dianalisa daya motor yang digunakan sebesar 7,5 hp, dengan putaran motor sebesar 1450 RPM, kapasitas angkat sebesar 600 kg dengan jumlah penumpang maksimal sebanyak 7 orang, sling/tali yang dipakai jenis bahan baja carbon tinggi dengan umur tali selama 113 bulan, beban total puli pada lift sebesar 3300 kg dan beban pengimbang yang sesuai dengan lift yang direncanakan sebesar 1500 kg.

Kata kunci : transportasi *vertical*, lift penumpang, *traksi*

## ABSTRACT

*Advances in technological development itself provide a solution to the problem of land that is getting less and less, by building multi-storey buildings that aim to save land in the city for the sake of human needs themselves. The existence of an elevator or elevator is one of the services at the hospital, in order to facilitate the mobility of people from the lower floor to the upper floor or vice versa, both for patients, visitors, nurses or doctors.*

*The planning of this 600 kg capacity elevator uses a traction drive system with a literature method planning methodology and also observations to facilitate the analysis of the elevator planning. Elevator that uses a traction drive system, the way it works is a pulley wheel with a motor-driven engine which is placed on the top floor.*

*The conclusion of this plan is that important results have been calculated and analyzed the motor power used is 7.5 hp, with a motor rotation of 1450 RPM, a lifting capacity of 600 kg with a maximum number of passengers as many as 7 people, slings / ropes used by this type of material high carbon steel with a rope life of 113 months, the total pulley load on the lift is 3300 kg and the counterweight load in accordance with the planned lift is 1500 kg.*

*Keywords: vertical transportation, passenger elevator, traction*

## PENDAHULUAN

Kemajuan perkembangan teknologi sendiri memberikan solusi atas permasalahan lahan yang semakin hari semakin sedikit, dengan membangun gedung gedung bertingkat yang bertujuan menghemat lahan yang ada dikota demi kebutuhan manusia itu sendiri. Selanjutnya dengan di bangunnya gedung bertingkat akan timbul permasalahan lain yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai lantai demi lantai tidak efisien. Sehingga diperlukan teknologi yang bisa membuat hemat waktu untuk berpindah dari lantai satu ke lantai lainnya. oleh sebab itu dibuatlah alat transportasi vertikal yang efektif dan efisien untuk gedung-gedung bertingkat yang kita kenal dengan nama lift. (Harapan, A., & Triyadi, 2015)

Rumah sakit yakni bagian dari institusi penting sebagai tempat pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Dalam pelayanan Rumah sakit sendiri mengharapkan pelayanan yang baik, baik dari segi pelayanan kesehatan maupun dari segi fasilitasnya. Dengan adanya Lift atau *elevator* yakni bagian dari pelayanan dirumah sakit tersebut, guna memudahkan mobilitas orang yang dari lantai bawah ke lantai atas maupun sebaliknya, Baik untuk pasien, pengunjung, perawat ataupun dokter.

Hal ini lah yang membuat penulis tertarik dalam melakukan perencanaan lift atau *elevator* dengan rumah sakit sebagai tempat perencanaan lift tersebut. sehingga dengan ilmu perencanaan lift ini dapat bermanfaat bagi orang banyak terkhusus bagi penulis dan juga sebagai bagian dari sumber informasi secara akademis dalam perencanaan lift atau *elevator*.

## METODE PENELITIAN

### Komponen lengkap lift

- a. Ruangan mesin (*machine room*) seperti memakai Panel panel control, Motor traksi lift, Rem lift, Puli penggerak dan governor
- b. Ruang Luncur (*Hostway*) seperti Rel, Saklar batas lintas, Flat bendera, Pintu pendaratan dan Tali/sling baja
- c. Sangkar lift (*Car*) seperti Rangka sangkar lift, Pintu lift, Tombol operasi lify (*operational panel board*), Interphone, Alarm, *Floor indicator*, Lampu darurat, Saklar pintu darurat, Saklar tali baja dan Safety link
- d. Ruangan dasar (*pit*) seperti Peredam (*buffer*), Governor tensioner dan stopkontak serta Lobi lift

**Prosedur penelitian** Pada pengerjaan tugas akhir ini metode penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Studi literatur, yaitu dengan mempelajari beberapa referensi yang mampumenunjang untuk melakukan penelitian. Referensi yang digunakan antara lain bersumber dari buku-buku, artikel, tori dasar dan rumus – rumus empiris, penggunaan tabel dan grafik, serta sumber lain baik dengan wawancara dengan orang yang ahli dibidangnya, yang berhubungan dengan perencanaan yang dilakukan.
2. Analisa data tentang perencanaan kebutuhan lift dan perhitungan komponen–komponen utama pada sebuah gedung rumah sakit. Adapun yang akan di bahas pada Perencanaan ini antara lain kebutuhan lift pada sebuah gedung, kapasitas lift, tali baja, daya motor,rem dan perencanaan lainnya.
3. Asistensi kepada dosen pembimbing untuk dapat membantu dalam membahas perencanaan lift dengan sistem penggerak traksi dengan rencana kapasitas 600 kg untuk keperluan gedung rumah sakit.

Didalam melakukan penelitian perencanaan *elevator* penumpang harus melalui tahapan – tahapan yang harus diikuti, dengan memakai diagram alir metode dibawah ini yang dilakukan selama proses

penyusunan tugas ini, karena bertujuan supaya dalam pengerjaan tugas ini sesuai dengan hasil yang diperoleh dilapangan dan yang akan direncanakan.

## HASIL PEMBAHASAN

Aspek teknis dalam perencanaan ini meliputi Sistem yang dipilih dari perencanaan lift ini yaitu dengan mesin penggerak sistem traksi yaitu roda puli dengan mesin penggeraknya motor yang diletakkan pada lantai paling atas atau instansi diatas kepala. Hal ini dikarenakan sistem ini sangat cocok digunakan pada gedung - gedung bertingkat dengan transportasi sistem mekanisnya dilakukan secara vertikal dari lantai dasar (*Ground*) ke lantai atas atau sebaliknya. Dibawah ini yaitu kelebihan dalam penggunaan lift dengan sistem penggerak traksi : Bisa digunakan pada lift dengan variasi kecepatan baik itu berkecepatan tinggi, rendah maupun sedang, banyak digunakan pada gedung di karenakan biaya nya lebih murah dibandingkan lift hidroli, jarang angkat lift sistem traksi tidak terbatas, waktu pemakaian lift traksi lebih lama dari pada lift hidrolik. Dan Bisa digunakan di berbagai macam bangunan.

Dengan pertimbangan diatas maka perencanaan yang dipilih yaitu penggerak sistem traksi karena lift yang sering digunakan untuk gedung rumah sakit dikarenakan harga dan pemasangan cenderung lebih murah dibanding lift dengan sistem penggerak yang memakai hidrolik dan juga sistem traksi sendiri lebih mudah ditemukan dibanding lift sistem hidrolik. Sistem traksi lift yaitu sistem dengan mesin penggerak sistem roda puli dengan mesin penggeraknya elektro motor yang diletakkan pada lantai paling atas atau instansi diatas kepala. Hal ini dikarenakan sistem ini sangat cocok digunakan pada bangunan bertingkat dengan transportasi sistem mekanisnya dilakukan secara vertikal dari lantai dasar (*Ground*) ke lantai atas atau sebaliknya. ada beberapa hal yang penting untuk menentukan lift yang sesuai dengan bangunan, sehingga perlu diperhatikan dalam perencanaan lift antara

### a) *Building population*

Building population yakni populasi dalam bangunan atau estimasi jumlah orang dalam bangunan. Jika jam kunjungan tidak dibatasi, populasi pengunjung menentukan jumlah *elevator*. Jika pengunjung dibatasi pada jam tertentu maka jumlah staf menentukan jumlah *elevator*.

Hospital	Visitor Per Bed
General Private	1,5
General Public (large wards)	3 Atau 4

$$\begin{aligned} \text{Building population} &= \text{jumlah kamar} \times D \\ &= 35 \times 1,5 \\ &= 53 \text{ orang} \end{aligned}$$

D= kebutuhan standar gerak per orang

### b) *pHC (persentation handling capacity)*

Maka untuk Rumah sakit lantai 3 dengan jenis *moderate* rental housing yang terdiri dari 10 kamar tiap lantai, dimasukan dalam kriteria :

Residential	
- Prestige	5-7
- Other	6-8
- Dormitories	<b>10-11</b>
- Hotels - 1st Quality	12-15
- Hotels - 2nd Quality	10-12

Tabel 1 persentase handling capacity

Dengan gedung yang direncanakan yaitu Hospital dengan jenis general private, maka pHC= 10 – 11 %.

### c) *efisiensi bangunan*

Menghitung *Building Efficiency*, berdasarkan tabel *office buildings efficiency* berikut:

Buildings Height	Net Rentable Area as Percent to gross Area
0 to 10 floors	Approximately 85 %
0 to 20 floors	Floors 1 to 10 approximately 80 % 11 to 20 approximately 85 %

Tabel 2 Efisiensi Bangunan

Karena gedung yang direncanakan terdiri dari 3 lantai, maka *building efficiency* (efisiensi bangunan) dari gedung untuk 0 – 10 lantai yaitu 85%.

**d) Handling Capacity**

Setelah menentukan minimal pHC seperti yang telah dilakukan sebelumnya, dimana telah ditentukan pHC= 10-11 %, maka Handling Capacity (HC) yaitu:

$$\begin{aligned}
 HC &= pHC \times \text{Populasi Bangunan ( Building Population)} \\
 &= 10 \% \times 53 \text{ orang} \\
 &= 6 \%
 \end{aligned}$$

syarat dari SNI No. 03-6573-2001 yaitu 6 sampai dengan 8 %. Maka untuk handling capacity **Memenuhi** Standard Nasional Indonesia (SNI) tersebut.

**e) Spesifikasi lift**

Penetapan spesifikasi lift terdiri atas penentuan kapasitas muatan dan kecepatan lift yang dianjurkan, adapun untuk menentukan itu dapat dilakukan dengan melihat tabel berikut:

No	Fungsi bangunan	Kapasitas
1	Kantor	750 kg(11 orang), 900 kg. 1000 kg (15 orang), 1150 kg(17 orang), 1250 kg (18 orang)
2	Hotel	1000 kg(15 orang), 1150 kg(17 orang), 1250 kg (18 orang)
3	Rumah sakit	600 kg (9 orang), 750 kg(11 orang), 1000 kg (15 orang)
4	apartemen	600 kg (9 orang), 750 kg(11 orang), 1000 kg (15 orang)
5	Toserba	1000 kg (15 orang), 1150 kg(17 orang), 1250 kg (18 orang)

Tabel 3 Spesifikasi Lift, Sumber SNI 0365732001

**f) Round Trip**

Round trip (RT) atau waktu perjalanan bolak balik lift (satuan jarak yaitu meter dan satuan kecepatan: meter/dtk), adapun cara menentukan Round Trip yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 RT &= (2h+4s)(n-1)+s (3m+4) / s \\
 &= (2.3,75+4.1)(3-1)+1 (3.9+4) / 1 \\
 &= 54 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dimana:

- h= jarak lantai ke lantai (m)= 3,75 m
- s= kecepatan rata-rata lift (m/detik)=1 m/s
- n= jumlah lantai yang dilayani lift= 3 lantai
- m= daya angkut/kapasitas lift (orang)= 9 orang

**g) Kapasitas dalam 1x angkut**

Cara menghitung kapasitas yang akan diangkut dalam 1x pengangkutan (h) yaitu sebagai berikut :

$$h = \frac{300xp}{RT} = \frac{300 \times 7}{54} = 38 \text{ orang}$$

dimana:

- h : Kapasitas dalam 1x angkut
- p : kapasitas minimum penumpang lift
- RT : Round trip

**h) Kapasitas penumpang lift**

Penentuan *car passenger capacity* (P) atau muatan normal penumpang lift (orang) dengan kapasitas yang direncanakan 9 orang dengan asumsi berat per penumpang 65 kg dengan menyesuaikan standar kapasitas bangunan berdasarkan kapasitas bangunan menengah-rendah.

Dimana kapasitas angkat untuk 9 Orang dengan asumsi berat perorangnya 65 kg yaitu

$Q = \text{Jumlah orang} \times \text{berat tiap orang}$

$$= 9 \text{ orang} \times 65 \text{ kg}$$

= 585 kg, dengan menyesuaikan standar yang ada maka kapasitas lift menjadi 600 kg dengan kapasitas penumpang 9 orang.

**i) Jumlah lift**

$$N = \frac{HC}{h}$$

$$N = \frac{6}{38} = 0,157$$

Jadi untuk jumlah lift yang dibutuhkan berjumlah 1 buah untuk gedung yang direncanakan.

Dimana :

HC : handling capacity

h : kapasitas dalam 1x angkut

**j) Interval**

Menentukan interval lift penumpang dengan rumus :

$$I = \frac{RT}{N} = \frac{54}{3} = 18 \text{ detik}$$

Dimana :

I : Interval

RT : Round Trip

N : Jumlah Lantai

Waktu menunggu minimum = kapasitas lift x 1,5 detik

$$= 9 \times 1,5$$

$$= 13,5 \text{ detik dibulatkan menjadi } 14 \text{ detik}$$

**k) Berat sangkar**

Beban kereta kosong harus memenuhi syarat tertentu agar tali tetap tegang, sehingga tidak terjadi slip.

Dalam praktek biasanya berat kereta kosong, = 1,8 - 2,2 x kapasitas angkat (Qp)

Maka diasumsikan beban kereta kosong:

$$G_{\text{sangkar}} = 2 \times 600 \text{ kg} = \mathbf{1200 \text{ kg}}$$

$$\text{Luas kereta, : } 1800 \text{ mm} \times 1500 \text{ mm} = 2.700.000 \text{ mm}^2 = \mathbf{2,7 \text{ m}^2}$$

Luas rata-rata perorang = luas sangkar : kapasitas orang

$$= 2,7/9$$

$$= \mathbf{1,35 \text{ m}^2}$$

Asumsi berat /orang= 65 kg

Jumlah orang dalam lift= 9 orang

**l) Berat total**

$$G_{\text{Total}} = G_{\text{sangkar}} + Q$$

$$= 1200 \text{ kg} + 600 \text{ kg}$$

$$= 1,800 \text{ kg}$$

**m) Sangkar lift**

Perencanaan dimensi *elevator* didasarkan pada tingkat kenyamanan penumpang atau perasaan tenang penumpang. Dalam merencanakan dimensi *elevator* penumpang dipengaruhi ukuran penumpang, yaitu jarak antar penumpang dan tinggi penumpang. Dalam merencanakan dimensi *elevator* dan jumlah penumpang telah ada standarisasi industri secara internasional yang memudahkan kita dalam menentukan dimensi *elevator* tersebut dan ukurannya yaitu sebagai berikut :

A= Lebar sangkar *elevator* yaitu= 1,8 m

B= Panjang sangkar *elevator*= 1,5 m

T= Tinggi sangkar *elevator* diasumsikan dari tinggi orang luar (1,5 ÷ 1,8 m),

diambil 1,8 m, ditambah 40 % dari rata – rata tinggi orang, sehingga diperoleh tinggi sangkar *elevator* yaitu :

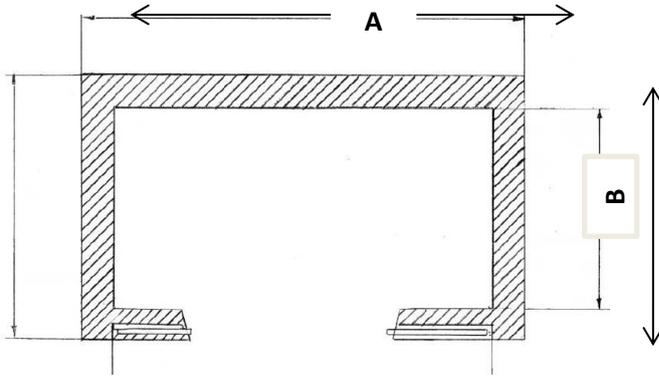
$$T = 1,8 + 40\%$$

$$= 2,20 \text{ m}$$

A = luas Penampang

$$= A \times T$$

$$= 1,8 \times 2,20 = 3,96 \text{ m}^2$$



- **Beban Kereta (Car)**

Diketahui :

- kapasitas angkat maksimum,  $Q_p = 600 \text{ kg}$ ,
- beban rata-rata perorang =  $65 \text{ kg/orang}$ ,

maka untuk lift yang direncanakan dapat mengangkat maksimal 9 orang. Luas sangkar, :  $1800 \text{ mm} \times 1500 \text{ mm} = 2.700.000 \text{ mm}^2 = 2,7 \text{ m}^2$

Luas rata-rata perorang **Beban kereta kosong** harus memenuhi syarat tertentu agar tali tetap tegang, sehingga tidak terjadi slip. Dalam praktek biasanya berat kereta kosong,  $= 1,8 - 2,2 \times$  kapasitas angkat ( $Q_p$ )

Maka diasumsikan beban kereta kosong:  $= 2 \times 600 \text{ kg} = 1200 \text{ kg}$

## **PERENCANAAN KOMPONEN UTAMA LIFT**

### **a. Beban pengimbang**

Beban bobot imbang direncanakan terbuat dari besi cor kelabu dengan massa jenis =  $7190 \text{ kg/m}^3$  FC 35 JIS G 5501.

- **Beban bobot imbang** dapat dihitung dengan memakai rumus :

*Diketahui :*

$P =$  Kapasitas angkat maksimum,  $= 600 \text{ kg}$

$K =$  Berat kereta kosong,  $= 1200 \text{ kg}$

Over balance (OB) =  $0,5$  (sumber N, Rudenko)

Maka didapat beban bobot imbang dengan memakai persamaan

$$Q_{cw} = Q_k (0,5 \times Q_p)$$

$$Q_{cw} = 1200 \text{ kg} + (0,5 \times 600)$$

$$Q_{cw} = 1500 \text{ kg}$$

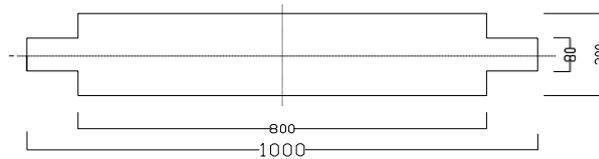
Direncanakan :

Panjang bobot imbang,  $P_{cw} = 1000 \text{ mm}$

Lebar bobot imbang,  $l_{cw} = 200 \text{ mm}$

Beban satu batang bobot imbang,  $m_{bat} = 25 \text{ kg}$

Beban bobot imbang ( ) =  $1500 \text{ kg}$



Gambar 1 penampang batang bobotimbang

- Maka tinggi bobotimbang ( $t_{cw}$ )

$$t_{cw} = \frac{V_{cw}}{(P_{cw} \times l_{cw}) - 4(p_{xl})}$$

$$t_{cw} = \frac{210 \times 106 \text{ mm}^3}{(1000 \times 200) - 4(100 \times 60)}$$

$$t_{cw} = 1193,18 \text{ mm}$$

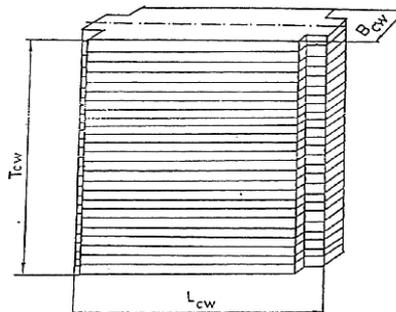
- Jumlah batang

$$J \text{ btg} = \frac{Q_{cw}}{M \text{ btg}} = \frac{1500}{25} = 60 \text{ batang}$$

- Maka tinggi tiap batang counterweight yaitu :

$$t_{cw} = \frac{\text{tinggi counterweight}}{\text{jumlah btg}} = \frac{1193,18 \text{ mm}}{60} = 19,88 \text{ mm}$$

Untuk mempermudah pemasangan, bobotimbang ini dibuat dari batang-batang besi cor, yang pada kedua ujungnya dibuat alur untuk mempermudah dalam pengikatannya, seperti yang terlihat dalam gambar dibawah.



Gambar 2 Penyusunan batang bobotimbang

## b. motor

Berikut ini yaitu gambar elektro motor listrik, dengan 2 kutub (pole) yang digunakan pada mesin elevator sebagai penggerak dari semua sistem transmisi yaitu sebagai berikut:

- **Daya Motor yang dibutuhkan**

Untuk menentukan daya motor yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan memakai rumus persamaan. (RudenkoN, 1992.hal. 362)

$$N_{st} = (Q + G_{sangkan} - G_{cw}) / (75 \cdot \eta_{tot}) \text{ hp}$$

$$= (600 + 1200 - 1500) / (75 \cdot 0,7379)$$

$$= 300 / 55,342$$

$$= 5,42 \text{ hp}$$

Jadi untuk kebutuhan listrik lift yang dibutuhkan sebesar :

$$= 404,169 \text{ kw}$$

$$= 4041,69 \text{ watt}$$

Dimana :

$$Q = \text{Kapasitas Lift} = 600 \text{ kg}$$

$$G_{sangkan} = \text{Bobot sangkar Lift} = 1200 \text{ kg}$$

Gcw= berat bobot pengimbang= 1500 kg

V= Kecepatan *elevator*= 1 m/s

$\eta_{tot}$ = Efisiensi total *elevator*= 0,7379

• **Kecepatan putar motor**

Dalam perencanaan ini motor listrik yang dipilih memiliki 4 (empat) pasang kutub (pole), dimana setiap pasangannya terdiri dari 2 (dua) kutub. Maka putaran motor dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} N &= (120 \times F) / 4 \\ &= (120 \times 50) / 4 \\ &= 1500 \text{ Rpm} \end{aligned}$$

$$V = Q/A$$

$$\begin{aligned} V &= 600 \text{ kg} / 3,96 \text{ m}^2 \\ &= 1,51 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Dimana :

V= kecepatan lift

Q= kapasitas lift = 600 kg

A= Luas Penampang= 3,96 m<sup>2</sup>

Jadi putaran motor listrik dalam perencanaan ini yaitu n=1500 rpm. Dari standarisasi motor listrik untuk putaran 1500 rpm dan daya nominal 5,42 hp diperoleh spesifikasi sebagai berikut :

Daya motor (N)= 7,5 hp

*Rated Speed* (n)= 1450 rpm

Effisiensi (  $\eta$  )= 86 %

Faktor daya (cos  $\phi$  )= 0,8

**c. Puli**

Puli berfungsi sebagai penuntun arah untuk pengubah arah gerak tali baja. Pada perencanaan puli, hal - hal yang perlu diperhitungkan yaitu:

1. Diameter puli penggerak dan penuntun
2. Diameter poros tali
3. Pemeriksaan tekanan pada alur puli oleh tali

• **Diameter Puli**

Diameter puli Dmin dihitung dari persamaan  $D_{min}/d = 25$ .

Dari perhitungan sebelumnya telah diperoleh diameter tali d= 16,4 mm, sehingga diameter puli :

$$D > e1.e2.d \text{ (Rudenko hal. 41, tabel 9 dan 10)}$$

$$D > 25.0,90.16,4 \text{ mm}$$

$$D > 369 \text{ mm}$$

$$D \sim 369 \text{ mm}$$

Jadi diameter puli 369 mm= 36,9 cm

Diameter puli yang dipergunakan disini yaitu Dmin= 369 mm. Puli penggerak dipilih dari bahan besi cor kelabu JIS G 5501 FC 20 dengan kekuatan tarik 17 kg/mm<sup>2</sup>. Dimensi alur puli selengkapnya diambil berdasarkan standarisasi diameter puli yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Diameter tali (d)	a	b	c	e	h	i	r	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>
4,8	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	30,9	15	12,0	5,0	5,0	17	10
21,0	65	50	10	1,5	37,5	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	2,0	65,0	22	25,0	9,0	10,0	40	30

Tabel 4 Dimensi Alur Puli Penggerak (sumber : rudenko 4 hal. 71)

Maka dengan cara interpolasi diperoleh dari tabel diatas ukuran –ukuran puli penggerak untuk diameter tali  $d= 16,4$  yaitu sebagai berikut:

$$r1= 5,0 \text{ mm}$$

$$h= 30.9 \text{ mm}$$

$$b= 40 \text{ mm}$$

- Perencanaan Diameter Poros Puli

Poros puli yaitu disatukan dengan puli penggerak dan disambungkan ke transmisi roda gigi cacing. Kemudian perlu diperhitungkan kekuatannya dengan memakai persamaan berikut: Untuk diameter poros puli dapat ditentukan dengan memakai rumus persamaan  $P=$  Diameter poros puli dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut :

$$P= Q/L.d \text{ (rudenko hal. 72)}$$

Dimana :

Tekanan bidang pada puli tergantung pada kecepatan keliling permukaan. Tekanan ini tidak boleh melebihi nilai yang tertera pada tabel dibawah ini :

v dalam meter/detik	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
P dalam kg/cm <sup>2</sup>	75	70	66	62	60	57	55	54	53	52	51	50	49	48	47

Tabel 5. Tekanan Bidang Pada Puli (sumber : rudenko hal. 72)

Untuk kecepatan  $v= 1,5 \text{ m/s}$  diperoleh  $P= 47 \text{ kg/cm}^2$

$L=$  Panjang bus tali (cm)

$$= (1,5 \div 1,8) d \text{ (rudenko hal. 72)}$$

$$= 1,8 \cdot d \text{ (dipilih)}$$

$Q=$  Beban total puli

= Kapasitas *elevator*+berat+berat bobot pengimbang

Berat bobot pengimbang= berat Sangkar+0,5 (kapasitas)

$$=1200+0,5 (600)= 1500 \text{ kg}$$

$$= 600 \text{ kg}+1200+1500$$

$$= 3300 \text{ kg}$$

Maka :

$$P= Q/L.d$$

$$47= \frac{3300}{(1,8.d).d}$$

$$d^2= \frac{3300}{84,6}$$

$$d^2= \sqrt{35,25}$$

$$= 6,2 \text{ cm}$$

$$= 69 \text{ mm di (standarisasi) 60 mm}$$

Berdasarkan standarisasi diameter poros ( lampiran ) diameter poros puli penggerak yang dipergunakan yaitu sebesar 60 mm. Poros puli penggerak dipilih dari bahan baja karbon JIS G 3123 S55 C-D yang memiliki tegangan tarik izin  $\sigma= 85 \text{ kg/mm}^2$ . Pemeriksaan kekuatan poros puli dapat ditentukan dengan memakai rumus persamaan 4.7 sebagai berikut :

- Pemeriksaan kekuatan Poros Puli

Untuk kekuatan poros puli dapat ditentukan dengan memakai rumusan persamaan(Kiyokatsu, 2004) 1983.hal.8

$$\sigma_1= \sigma / Sf1 \cdot Sf2$$

Dimana :

$\sigma_1$  = Tegangan tarik izin

$\sigma_2$  = Tegangan tarik = 85 kg/mm<sup>2</sup>

Sf1 . Sf2 = Faktor keamanan = 5,6 x 2,15 (dipilih)

Sehingga :

$$\tau_1 = \frac{T_2}{sf_1 \cdot sf_2}$$
$$= \frac{85}{56,2,15}$$
$$= 7,0 \text{ kg/mm}^2$$

Momen tahan lentur ( Z ) yang terjadi yaitu :

$$Z = \left( \frac{\pi}{32} \right) \cdot d^3 \text{ (sularso hal 12)}$$

$$= \left( \frac{\pi}{32} \right) \cdot 60^3$$

$$= 21195 \text{ mm}^3$$

Sehingga tegangan tarik yang terjadi yaitu :

M = Momen lentur

$$= W/2 \cdot L$$

Dimana :

L = Jarak puli terhadap titik tangkap

$$= 100 \text{ mm}$$

W = Beban total

$$= 3300 \text{ kg}$$

$$M = 3300 / 2 \cdot 100$$

$$= 165000 \text{ kg/mm}$$

$\sigma_1 = M/Z$

$$= 165000 / 21195$$

$$= 7,78 \text{ kg/mm}^2$$

Dari perhitungan di atas dapat kita lihat tegangan tarik yang terjadi lebih kecil dari tegangan tarik izin sehingga bahan ini aman untuk dipakai.

- Pemeriksaan Tekanan Pada Alur Puli oleh Tali

Tekanan pada alur puli diasumsikan terdistribusi secara merata diseluruh permukaan kontak antara tali baja dengan alur puli. Besarnya tekanan tersebut dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{2 \cdot S}{D \cdot d} \text{ (kg / mm}^2\text{)} \text{ (Rudenko hal. 75)}$$

Dimana :

S = tegangan yang terjadi pada tali (kg)

$$= 193,89 \text{ kg}$$

D = diameter puli (mm)

$$= 369 \text{ mm}$$

d = diameter tali (mm)

$$= 16,4 \text{ mm}$$

Maka :

$$P = \frac{38772}{60516}$$

$$= 0,642 \text{ kg/mm}^2$$

- Tekanan Izin Pada Alur Puli

Untuk tekanan izin alur puli dapat ditentukan dengan memakai rumus persamaan

$$P_1 = \sigma \cdot K \cdot d$$

$$= 85 \cdot 9,5 \cdot 16,4$$

$$= 49,2 \text{ kg/mm}^2$$

Dimana :

$\sigma$  = Kekuatan tarik bahan puli

K = Faktor keamanan *elevator*

• Karakteristik Puli :

- Diameter Puli : 369 mm
- Bahan : besi tuang (cast iron)
- Kekuatan Tarik : 85 kg/mm<sup>2</sup>
- Diameter Poros : 60 mm (standarisasi)
- Massa jenis puli terbuat dari besi tuang (cast iron) 6800-7800 kg/mm<sup>3</sup>
- kecepatan lift, V = 60 m/menit = 1,51 m/s
- Frekuensi sumber tenaga listrik, f = dari PLN 50 hz
- Slip atas kecepatan putar medan magnet terhadap putaran motor, S = 13%
- jumlah pole, P = 4
- Sistim tali 1:1

- Poros transmisi yakni bagian dari bagian yang terpenting pada suatu konstruksi mesin. Hampir semua jenis mesin memakai poros untuk meneruskan tenaga dan putaran.

Poros biasanya menerima beban lentur, tarikan, tekan dan putaran, yang bekerja sendiri-sendiri ataupun gabungan satu dengan lainnya. Pada perencanaan ini bahan poros roda cacing diambil dari baja khrom nickel dari standard JIS 4102 yaitu SNC 22 yang mempunyai kekuatan tarik 100 kg/mm<sup>2</sup>.

- Dalam perencanaan ini dipilih bahan untuk cacing dari baja karbon tempa SF50 dengan kekuatan tarik  $\sigma = 5,5 \text{ kg/mm}^2$  sedangkan bahan untuk roda cacing dipilih besi cor kelabu JIS G 5501 FC 50 dengan spesifikasi Tegangan lentur yang diizinkan = 5.5 kg/mm<sup>2</sup>.

➤ **Puli penuntun**

Untuk puli penuntun ukuran-ukuran penampangnya sama dengan puli penggerak, sedangkan Diameter puli penuntun diasumsikan 80 % dari diameter puli penggerak yaitu :

Maka diameter puli penuntun yaitu :

$$D_{\text{penuntun}} = 0,80 \times 369 \text{ mm}$$

$$= 295,2 \text{ mm}$$

$$= 0,2952 \text{ m}$$

Kecepatan putar puli penuntun yaitu :

$$N = \frac{V}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{90,6 \text{ meter/menit}}{3,14 \cdot 0,2952} = 98 \text{ Rpm}$$

**d. Tali baja**

Penggunaan tali baja pada *elevator* yakni kebutuhan komponen utama, karena pada tali ini sangkar *elevator* penumpang akan diangkat tergantung menahan sangkar pada lintasan rel penuntun tetapnya.

Beberapa hal yang menyebabkan dipilihnya tali baja sebagai peralatan

pengangkat pada perencanaan ini, yaitu karena :

- Lebih ringan dari pada rantai
- Lebih tahan terhadap sentakan
- Operasinya tenang walaupun pada kecepatan tinggi
- Kemungkinan untuk berbelit ataupun kendur kecil sekali
- Menunjukkan tanda tanda bila akan mau putus
- Keandalan operasi yang lebih tinggi
- Bahan tali baja

Pada perencanaan ini, tali baja yang dipakai yaitu baja karbon tarik keras tinggi JISG 3521(sularso) dengan ukuran kekuatan putus ( $\sigma_b$ ) 160 kg/mm<sup>2</sup>(rudenko hal.37) dan dengan tipe : 6 x 37= 222+1C yang artinya sebuah tali dengan konstruksi yang terdiri dari 6 buah pintalan (strand) terdiri dari 37 Kawat baja (steel wire) dengan 1 inti serat (fibre core) dengan lapisan tali pental paralel. (rudenko hal.31)

Untuk menjamin keamanan lift harus diperhitungkan dan di analisa menurut persamaan berikut.Kekekuatan tali baja, karena komponen utama yang paling penting yaitu tali baja untuk menahan dan menggantung sangkar.

- luas Penampang Tali

sebelum menentukan luas penampang tali baja dapat memakai rumus persamaan ( Rudenko N, 1992.hal.39) tentukan :

- Jumlah lengkungan yang terdapat pada rangkaian tali (Number of Bend)

NB= 4 buah sehingga  $d/D_{min} = 1/25$  (Rudenko hal 38)

- Jumlah tali baja yang di rencanakan

$$n = K. ((Q+Gs).(9,8m/s^2) / 63700.1)(kusasi, 2004)$$

$$= 14. ((600+1200).(9,8) / 63700)$$

$$= 3,87 \text{ dibulatkan } 4$$

$$= \text{jumlah tali yg direncanakan } 4 \text{ buah}$$

Untuk tali yang paling sering digunakan pada mesin pengangkat lift misalnya tali dengan 114,222 dan 342 buah kawat,(yang dipilih 222 buah kawat)

$$F = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} \cdot \frac{d}{D_{min}} \cdot 36.000} \text{ (rudenko hal 39)}$$

Dimana :

$$\sigma_b = \text{kekuatan putus kawat tali (kg/cm}^2\text{)} = 16000 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = \text{faktor keamanan tali} = 9,5 \text{ (lobomir hal 40 tabel 2.7)}$$

$$S = \text{kekuatan tarik tali (kg)}$$

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} = \frac{600}{3 \cdot 0,945 \cdot 0,98} = 193,89 \text{ kg (rudenko hal 41)}$$

$$n = \text{jumlah muatan puli yang menyangga} = 3 \text{ buah}$$

$$\eta = \text{Efisiensi puli} = 0,945$$

$$\eta_1 = \text{Efisiensi akibat kerugian karena kekakuan tali pada saat menggulung pada puli penggerak} = 0,98 \text{ ( diasumsikan )}$$

$$F = \frac{193,89}{\frac{16000}{9,5} \cdot \frac{1}{25} \cdot 36.000} = 0,79 \text{ cm}^2$$

- Diameter Kawat Tali Baja

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot i}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,79}{3,14 \cdot 222}} = 0,067 \text{ mm} = 0,67 \text{ cm}$$

Selanjutnya diameter tali baja dihitung dengan rumus berikut :

$$d = 1,5 \delta \cdot \sqrt{i} \text{ (rudenko hal 38)}$$

$$= 1,5 \cdot 0,67 \cdot \sqrt{222}$$

$$= 14,97 \text{ mm}$$

Berdasarkan standarisasi tali baja maka tali baja yang dipilih disesuaikan menurut standart tersebut, yaitu : (lampiran 5)

$$\text{Diameter tali (d)} = 16,4 \text{ mm}$$

$$\text{Berat per meter} = 0,890 \text{ kg}$$

$$\text{Kekuatan patah aktual} = 13600 \text{ kg/mm}^2$$

- Umur Tali Baja

Umur kerja dari tali baja dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Material
- b. Metode Operasi
- c. Tegangan – tegangan yang bekerja pada tali
- d. Jumlah penggulangan tekuk, yaitu transmisi tali dari keadaan lurus ke keadaan bengkok atau sebaliknya.

Jumlah penggulangan tekuk yang dapat diterima tali baja sebelum mengalami kerusakan tergantung kepada tegangan yang bekerja dan perbandingan diameter puli dengan diameter tali baja yang dipergunakan.

Dalam hal menentukan umur tali baja, tidak terlepas pada faktor keausan tali baja ( $m$ ) yang besarnya tergantung pada jumlah tekukan (NB= Number Of Bend).

Setiap tali baja hanya dapat mengalami lengkungan tertentu sepanjang umur kerja tali, sejumlah lengkungan tertentu yang telah melewati batas akan rusak dengan cepat, tetapi ada juga penyelidikan menyatakan umur tali kira- kira berbanding terbalik dengan jumlah lengkungan. Jumlah lengkungan dapat ditentukan.

Dengan tersedianya diagram sistem puli tersebut, diagram gambar bentangan mekanismenya dan diagram lengkungan tali baja akan lebih mudah menentukan jumlah tekukannya (NB= Number of Bend). Setiap sistem puli majemuk dapat dianggap sebagai puli dengan dua tali terpisah yang dihubungkan dengan puli kompensasi, jumlah lengkungan tali puli majemuk dapat diperoleh dengan membagi dua jumlah titik total tempat bagian tali yang paralel masuk dan keluar puli.

Perhitungan faktor keausan ( $m$ ) didapat dari persamaan sebagai berikut :

$D_{min}$

$$m = \frac{\frac{D}{d}}{\sigma \cdot NB \cdot C_1 \cdot C_2} \quad (\text{rudenko hal.43})$$

Dimana :

$D$ = Perbandingan diameter puli dengan diameter tali yang diizinkan  $d > e_1 \cdot e_2$  (rudenko hal.41)

$e_1$ = faktor yang bergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasi (rudenko 42, tabel 9)= 25 (dipilih)

$e_2$ = faktor yang tergantung pada konstruksi tali= 0.90 rudenko hal. 42, tabel 10)

$$D/d = 25 \cdot 0,9 = 22,5$$

Harga ini masih dibawah  $D_{min}/d = 25$  , maka untuk perhitungan selanjutnya dipakai harga  $D = 25$

$\sigma$ = tegangan tarik sebenarnya pada tali ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )=  $S/F_{222}$

Dimana :

$S$ = tegangan tarik untuk satu kali (193,89 Kg)

$F_{222}$ = luas penampang tali baja (0,67  $\text{cm}^2$ )

Maka :

$$\begin{aligned} \sigma &= 193,89 / 0,67 \\ &= 289 \text{ kg}/\text{cm}^2 \\ &= 2,89 \text{ kg}/\text{mm}^2 \end{aligned}$$

$C$ = faktor karakteristik dari konstruksi tali dan tegangan tarik maksimum dari bahan kawat= diasumsikan 0,93 (rudenko hal 44 tabel 12)

$C_1$ = faktor yang tergantung pada diameter tali= 0,97 (rudenko hal 44 tabel 13)

$C_2$ = faktor bahan dan proses pembuatan= 1,00 (rudenko hal 44 tabel 15)

Sehingga:

$$m = \frac{25}{2,89 \times 4 \times 0,93 \cdot 0,97 \cdot 1,00}$$

$$m = 2,39$$

Dari tabel faktor harga ( $m$ ) pada (rudenko hal 44 tabel 11), untuk harga  $m= 2,39$  dengan cara interpolasi diperoleh jumlah siklus penggulangan tekuk berulang yang terjadi sebelum tali putus ( $z$ ) yaitu 567647 kali penekukan.

umur tali

$N=z1/ a.z2 .\beta$  (bulan) (rudenko 4 hal. 46)

Dimana :

$z1$ = penggulangan tekuk berulang yang diizinkan= 227058 kali penekukan

$z2$ = jumlah tekukan berulang per siklus kerja (mode suspensi beban)= 4 buah

$a$ = jumlah trip rata rata perbulan= 1000 (rudenko hal 47 tabel 47)

$\beta$ = faktor perubahan daya tahan tali akibat mengangkat muatan lebih

rendah dari tinggi total dan lebih ringan dari muatan penuh.= 0,5 (rudenko hal 47 tabel 47)

maka  $N= \frac{227058}{1000.4.0,5}$

$N= 113,53$  bulan

Dari perhitungan tersebut diperoleh bahwa umur tali yaitu 113,53 bulan atau 9,5 tahun, selanjutnya tali baja harus diganti meskipun kondisinya masih terlihat baik. Jadi selanjutnya tali baja diganti sebelum 9,5 tahun (< 9,5 tahun) masa pemakaian, hal ini disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tali, misalnya kondisi kerja tali akibat gesekan, kemungkinan beberapa tali sudah ada yang putus pada sepanjang lapisan serat atau kisar tali baja.

- Pemeriksaan Kekuatan Tali Baja

Tali baja diperiksa terhadap tarikan yang terjadi untuk mengetahui kondisi aman tidaknya konstruksi *elevator* yang dirancang. Perencanaan dikatakan aman jika tegangan tarik yang terjadi lebih kecil dari tegangan tarik izin ( $S < S_{max}$ ) Tegangan tarik izin ( $S_{max}$ ) dapat dicari :

$S_{max} = \frac{P}{K}$  (rudenko hal 40)

Dengan :  $S$ = tarikan maksimum yang diinginkan pada tali,(kg)

$P$ = Kekuatan putus tali sebenarnya (kg)

$P$ = kekuatan putus tali sebenarnya (kg)

=  $\sigma_b . F_{222}$

= 16000 . 0,67

= 10000 kg

$K$ = Faktor keamanan yang terdapat pada tabel 9

$K$ = faktor keamanan kawat baja pada *elevator*

= 9,5 (lobomir hal 40 tabel 2.7)

$S_{max} = \frac{10000}{9,5} = 1052$  kg

Tegangan tarik izin tali diperoleh  $S_{max} = 1052$  kg, sedangkan dari perhitungan sebelumnya diperoleh bahwa tegangan tarik yang terjadi pada tali  $S = 193,89$  kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa tali aman terhadap beban tarik.

## PENUTUP

Mesin pemindah bahan yang direncanakan dalam Tugas Sarjana ini yaitu perencanaan lift penumpang untuk keperluan gedung bertingkat rumah sakit sumber jaya sehat dh pahlawan medika center yang berlantai 3 (tiga). Dari hasil analisa perencanaan dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh data – data yang diinginkan untuk mendukung penulisan Tugas Sarjana ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Daya motor yang dibutuhkan pada lift yang direncanakan di rumah sakit sumber jaya sehat dh pahlawan medika center, setelah dilakukan perhitungan yaitu 5,54 Hp, dengan kecepatan putaran motor sebesar 1450 rpm.
2. Dari perhitungan perencanaan puli di dapatkan diameter puli penggerak sebesar 384 mm, sedangkan diameter poros sebesar 60 mm dan diameter puli penuntun sebesar 295,2 mm dan juga didapatkan putaran puli penuntun sebesar 64,7 rpm.
3. Hasil yang didapat dari perhitungan sling yang direncanakan yaitu ukuran diameter sling 14,2 mm, dengan kekuatan tarik sebesar 193,89 kg/mm<sup>2</sup> dan tegangan tarik izin sling /tali baja sebesar 1052 kg.
4. Hasil perhitungan dari perencanaan beban pengimbang/*counterweight* didapat beban bobot pengimbang sebesar 1500 kg atau 1,5 ton, sedangkan jumlah batang bobot pengimbang sebanyak 60 batang dengan berat satu batangnya sebesar 25 kg.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aruzy. (2008). *Analisa Perencanaan Lift Penumpang Berkapasitas Maksimum 1150 Kg Model P-17-Co-105 Sanyo*.
- Erlin Budiarti. (2009). Studi kualitas transportasi vertikal lift (elevator) pada gedung RSUD Bangil 2 di kabupaten Pasuruan. *Repository.Um.Ac.Id*.
- Harapan, A., & Triyadi, S. (2015). *Sistem Lift (Standar dan Detail)*. Deepublish.
- Kiyokatsu, S. &. (2004). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Pradya Paramitha.
- Ramadhani, R. (2019). Perencanaan konstruksi lift temporary multiguna. *Eprints.Itm.Ac.Id*.
- Rudenko, N. (1964). *Mesin pemindah bahan*. Erlangga.
- Sulistyo, A. (2016). Optimasi Perhitungan Ulang Kebutuhan Lift Penumpang Type Iris1-Nv Pa 20 (1350) Co105 Pada Gedung Apartemen 17 Lantai. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i1.707>
- Zayadi, A., P., C. H., & Masyudi, M. (2019). Perencanaan Lift Hotel Bertingkat Tiga Puluh Berdasarkan SNI Nomor: 03-6573-2001. *Jurnal Ilmiah Giga*, 19(2), 61. <https://doi.org/10.47313/jig.v19i2.566>