

ANALISIS KEKUATAN TALI BAJA PADA LIFT SCHINDLER KAPASITAS 1600 KG

Ahmad Zayadi*, Cahyono HP

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

*Corresponding Author : zayadahmad@gmail.com

Abstrak. Tali baja adalah salah satu bagian terpenting dari sistem pesawat pengangkat. Kekuatan tali baja berbeda-beda, tergantung dari segi pemakaian dan kebutuhan suatu gedung. Konstruksi tali baja yang khas untuk lift terdiri dari 8 pintalan yang dililitkan bersama, arah ke kiri ataupun ke kanan dengan inti ditengah. Tiap-tiap pintalan tali baja terdiri dari 19 kawat yaitu 9.9.1, artinya 9 kawat diluar, 9 di dalam dan 1 di pusat. Luas penampang tali baja (F152) berdasarkan dari tegangan tarik untuk satu tali baja (S) adalah 1,9 cm. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja adalah sebesar (S) = 1894 kg. Sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah (Smax) = 2800 kg. Kekuatan putus tali baja sebenarnya (P) berdasarkan faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi operasi (K) adalah (P) = 10417 kg. Umur tali baja yang diperoleh dari hasil analisa ini adalah 120 bulan atau 10 tahun dalam pemakaian normal 8 jam per hari. Tali baja yang digunakan tipe: 8 x 19 = 152 + 1 Fiber Core dengan spesifikasi: diameter tali baja (d) : 10 mm, berat tali (W) : 1,15 kg/m, beban patah tali baja (Pb) : 15.400 kg, tegangan patah tali (σ_b) : 140-159 kg/mm². Dikarenakan tegangan tarik (S) = 1894 kg lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan (Smax) = 2800 kg, maka dapat disimpulkan bahwa tali baja tersebut aman terhadap beban tarik yang terjadi.

Kata Kunci: Mesin Pengangkat, Lift, Tali Baja, Perkantoran

Abstract. Steel rope is one of the most important parts of the aircraft's systems lifter. Strength steel cord vary, depending on the terms of usage and requirements of a building. Construction steel rope which is typical for elevator consists of 8-spun wound together, the direction to the left or right with the middle core. Each spun steel strap consists of 19 wires is 9.9.1, which means outside the wire 9, 9 inside and one in the center. Sectional area of the steel rope (F152) based on the tensile stress to a steel rope (S) is 1.9 cm. Tensile stress occurs in the steel cord is equal to (S) = 1894 kg. While the tensile stress is permitted (Smax) = 2800 kg. Actual breaking strength steel strap (P) by the safety factor with the types of mechanisms and operating conditions (K) is (P) = 10417 kg. The lifetime of steel ropes obtained from this analysis is 120 months or 10 years in normal use 8 hours per day. Steel rope used types : 8 x 19 = 152 + 1 Fiber Core specification: diameter steel rope (d): 10 mm, weight of the rope (W): 1.15 kg / m, the burden of broken steel rope (Pb): 15,400 kg, rope fracture stress (σ_b): 140-159 kg / mm². Due to the tensile stress (ST) = 1894 kg less than the tensile stress that is authorized (Smax) = 2800 kg, it can be concluded that the steel straps secure against tensile loads that occur.

Keywords: Lifter Systems, Lift, Steel Wire Rope, Office Complex

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang dan sekarang ini sedang menggalakkan pembangunan di segala bidang dengan harapan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa Indonesia. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia secara terus menerus melakukan pengembangan peralatan yang dapat

mempermudah dalam penyelesaian pekerjaan. Salah satu sistem pengangkat yang sangat penting dalam bidang perindustrian dan perkantoran adalah lift. Lift adalah angkutan jenis transportasi vertikal yang digunakan untuk mengangkut orang atau barang, Peralatan ini dipergunakan untuk mengefisiensikan waktu dan tenaga bagi manusia untuk menuju tempat atau lantai yang dituju

dalam suatu gedung bertingkat tinggi. Dengan segala kemajuan dan keandalannya, *lift* tidak serta merta mengalami perkembangan secara bertahap sejak keberadaannya pertama kali dibuat. Pada awal perkembangannya *lift* dimulai dengan cara yang sangat sederhana, yaitu dengan menggunakan tenaga non mekanik. Sejarah perkembangan *lift* modern sebenarnya baru dimulai sejak tahun 1830-an, setelah diperkenalkannya pasangan kawat seling (*wire rope*) dengan katrol (*pully*) untuk mencapai tujuan^[1]. Adapun tujuan dari penelitian ini pada *lift* merk Schlinder tipe S-2600 adalah untuk menentukan: Luas penampang tali baja, Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja, Kekuatan putus tali sebenarnya, Menentukan umur tali baja, Perhitungan motor penggerak, Perhitungan puli penggerak dan diameter poros puli.

II. TINJAUAN LITERATUR

Mesin Pemindah Bahan

Mesin pemindah bahan dengan menggunakan tali baja merupakan bagian terpadu perlengkapan mekanis dalam setiap industri modern. Banyaknya jenis dan sifat muatan yang dipindahkan serta banyaknya operasi pemindahan yang akan mendukung produksi menjadi penyebab beragamnya jenis desain mesin pemindah. Dalam setiap perusahaan, proses produksi secara keseluruhan sangat ditentukan oleh pemilihan jenis mesin pemindah bahan yang tepat, pemilihan parameter utama yang tepat dan efisiensi operasinya. Jadi, pengetahuan yang sempurna tentang ciri operasi, desain mesin, metode desain, serta penerapan praktisnya sangat diperlukan oleh mesin pemindah bahan dengan menggunakan sling (tali baja) dari pada mesin pemindah bahan yang menggunakan rantai.

Mesin pemindah bahan merupakan salah satu peralatan yang digunakan untuk memindahkan suatu barang atau muatan dari lokasi atau tujuan, Mesin pemindah

bahan pada aplikasi hanya memindahkan muatan dalam jumlah banyak dengan jarak tertentu. Jarak ribuan meter hanya dilakukan untuk perpindahan yang konstan antara dua lokasi atau lebih yang dihubungkan oleh kegiatan produksi. Untuk operasi bongkar muatan tertentu, mekanisme mesin pemindah bahan dilengkapi dengan alat pemegang khusus (*safety*) yang dapat dioperasikan oleh mesin bantu maupun secara manual.

Tali Baja (*Wire Rope*)

Tali baja (*steel wire rope*) adalah tali baja yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat baja (*steel wire*). Mula-mula beberapa serat dipintal hingga jadi satu jalinan, kemudian wayar dijalin pula menjadi satu kesatuan (*strand*), setelah itu beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core*).

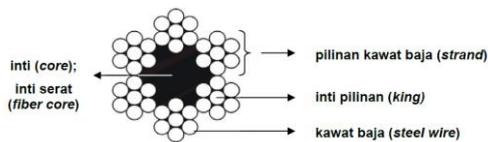
Tali baja lebih banyak digunakan secara luas pada mesin-mesin pengangkut sebagai perabot pengangkat dibandingkan dengan rantai. Tali baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta memindahkan gerakan dan gaya. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*) dengan $b = \text{kekuatan} \cdot 130-200 \text{ kg/mm}^2$. Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (*strand*), kemudian beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core*) sehingga membentuk tali. Tali baja banyak sekali digunakan pada mesin pengangkat karena dibandingkan dengan rantai, tali baja mempunyai keunggulan antara lain :

1. Lebih ringan dan lebih murah harganya.
2. Lebih tahan terhadap sentakan, karena beban terbagi rata pada semua *strand*.
3. Operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi.
4. Keandalan operasi yang tinggi.
5. Lebih fleksibel, saat beban lengkungan tidak perlu mengatasi *internal stress*.
6. Sedikit mengalami *fatigue* dan *internal wear* karena tidak ada kecenderungan

kawat untuk menjadi lurus yang selalu menyebabkan *internal stress*.

7. Kurangnya kecenderungan untuk membelit karena peletakan yang tepat, pada drum dan puli, penyambungan yang lebih cepat, mudah dijepit (*clip*), atau ditekuk (*socket*).

Kawat yang patah setelah pemakaian yang lama tidak akan menonjol keluar sehingga lebih aman dalam pengangkatan dan tidak akan merusak kawat yang berdekatan.



Gambar 1. Konstruksi Serat Tali Baja

Pada tali baja kawat pada bagian luar akan mengalami keausan yang lebih parah dan putus lebih dahulu dibandingkan dengan bagian dalamnya. Sehingga bagian luar tali kawatnya mulai terputus jauh sebelum putus dan menandakan tali baja tersebut perlu diganti, sedangkan kerusakan pada rantai akan terjadi tiba-tiba. Tali baja lebih murah harganya dibandingkan dengan rantai, tetapi memerlukan diameter drum yang lebih besar sehingga mekanisme pengangkat lebih besar dan berat.

Lapisan dalam tali mengelompokkan menjadi :

1. Tali pintal silang atau tali biasa.
2. Tali pintal paralel atau jenis langsung.
3. Tali komposit atau pintal balik.

Tali biasa mempunyai penerapan yang paling luas. Tali ini dikonstruksi sedemikian rupa sehingga arah anyaman kawat dalam untaian berlawanan dengan arah anyaman untaian pada tali. Pada tali paralel arah anyaman kawat dalam untaian sama dengan arah anyaman untaian pada tali. Tali ini mampu menahan gesekan lebih baik dan lebih fleksibel tetapi cenderung

untuk terpuntir.

Tali paralel di pakai pada *lift* dan pengangkat lainnya yang mempunyai jalur pandu dan sebagai tali penghela. Pada tali komposit kedua untaian yang berdekatan dianyam dengan arah yang berlawanan / terbalik. Tali baja dibuat dari kawat baja (*steel wire*) dengan *ultimate strenght* $\Sigma b = 130 \text{ kg/mm}^2$ [1].

Sifat-sifat yang tampak pada tali baja antara lain:

- Kawat baja; harus berpenampang melintang bulat dan permukaan halus bebas dari cacat yang dapat merugikan dalam penggunaan, seperti retak dan sejenisnya, keseluruhan panjangannya.
- Tali kawat baja; harus bebas dari cacat yang dapat merugikan dalam penggunaan, seperti bagian yang rusak dan retak, keseluruhan panjangannya.
- Diameter kawat baja dan panjang pilinan harus seragam sepanjang tali kawat baja tersebut.

III. METODE PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

Perhitungan Pada Tali Baja

Perencanaan dalam pemilihan dan perhitungan tali baja meliputi:

1. Bahan tali baja
2. Luas penampang tali baja
3. Diameter tali baja
4. Umur tali baja
5. Pemeriksaan tali baja

Sistem pengangkat yang direncanakan ini terdiri dari 2 buah puli yang menyangga (*suspensi*).

Sehingga berat muatan yang diangkat menjadi:

Kapasitas Sangkar

$$(Q_0) = 1600 \text{ kg} + (10\% \cdot 1600) = 1760 \text{ kg}$$

Berat Sangkar = 1600 kg

Kapasitas angkat total elevator adalah:

$$Q = Q_0 + q$$

dimana

q = selisih berat sangkar dengan

kapasitas sangkar
= 1600 kg

maka:

$$Q = 1760 + 1600 = 3360 \text{ kg}$$

Tegangan tarik maksimum (S) pada tali dari sistem puli beban adalah:

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta_1}$$

Dimana:

Q = Kapasitas total elevator

n = Jumlah puli penyangga (suspense)
= 2

η = Efisiensi puli = 0.905

η_1 = Efisiensi yang dikarenakan kerugian tali akibat kekakuan ketika menggulung pada drum = 0.98

Maka,

$$S = \frac{3360}{2 \cdot 0,905 \cdot 0,98} = 1894 \text{ kg}$$

Untuk menentukan kekuatan putus tali sebenarnya (P) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{P}{K} \text{ atau } P = S \cdot K$$

Dimana:

K = Faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi operasi
= 5,5

Maka,

$$P = 1894 \cdot 5,5 = 10417 \text{ kg}$$

Dari hasil kekuatan putus tali (P) yang telah didapatkan di atas, maka pada perencanaan ini dipilih tipe tali baja menurut *United Rope Works Standard*, Rotterdam Holland yaitu:

$$8 \times 19 + 1 \text{ Fibre Core}$$

Dengan spesifikasi:

Diameter tali (d) = 10 mm

Berat tali (W) = 1,15 kg/m

Beban patah (Pb) = 15.400 kg

Tegangan patah (σ_b) = 140-159 kg/mm²

Jenis tali ini dipilih dengan pertimbangan bahwa semakin banyak kawat baja yang digunakan pada konstruksi tali maka akan lebih aman dari

tegangan putus tali dan dapat menahan beban putus tali.

Tegangan maksimum tali baja yang diizinkan adalah:

$$S_{izin} = \frac{Pb}{K} \text{ Maka,}$$

$$S = \frac{15.400}{5,5} = 2800 \text{ kg}$$

Tegangan pada tali yang dibebani pada bagian yang melengkung karena tarikan dan lenturan adalah:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{\sigma_b}{K} = \frac{Pb}{K}$$

Maka,

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{159}{5,5} = 28,9 \text{ kg/cm}$$

Luas penampang tali baja dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_{152} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}} (50.000)}$$

Dengan perbandingan diameter drum dan diameter tali baja ($\frac{D_{min}}{d}$) untuk jumlah lengkungan (NB) = 4, maka luas penampang dari tali baja adalah:

$$F_{152} = \frac{1894}{\frac{15,9}{5,5} - \frac{1}{25} (50.000)} = 2,12 \text{ mm}^2$$

Kemudian menentukan tegangan tarik yang terjadi pada tali baja dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{Sb}{F_{152}}$$

$$\sigma_t = \frac{1894}{2,12}$$

$$= 901 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 9,01 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan yang dilakukan diatas tadi memperlihatkan bahwa perencanaan tali baja tersebut aman untuk digunakan karena tegangan maksimum tali (S) yang direncanakan tersebut lebih kecil dari tegangan maksimum yang diizinkan (S_{izin}) yaitu: 1894 kg < 2800 kg. Tegangan tarik (σ_t) yang direncanakan lebih kecil dari

tegangan tarik maksimum yang diizinkan ($\sigma\Sigma$) yaitu: 9,01 kg/cm < 28,9 kg/cm.

Faktor umum kerusakan pada tali baja disebabkan oleh kelelahan bahan karena mengalami jumlah lengkungan tertentu. Umur pakai tali tergantung pada ukuran puli (drum), beban, konstruksi tali, faktor metalurgi, produksi, desain dan kondisi operasi. Ketahanan (batas kelelahan) tali baja pada lift ditentukan berdasarkan umur dari operasi tali baja tersebut.

Faktor yang bergantung pada jumlah lengkungan berulang selama periode pemakaian sampai tali tersebut rusak (m) yang dihitung dengan persamaan:

$$A = \frac{D}{d} \cdot m \cdot \sigma \cdot C \cdot C1 \cdot C2$$

Dimana:

A = Perbandingan diameter drum (puli) dengan diameter tali
= 38

σ = Tegangan tarik tali sebenarnya
= 9,01 kg/mm²

C = Faktor karakteristik konstruksi dan tegangan patah tali Baja
= 0,93

C1 = Faktor yang bergantung pada diameter tali baja
= 0,97

C2 = Faktor produksi dan operasi tambahan
= 1,37

Maka,

$$m = \frac{A}{\sigma \cdot C \cdot C1 \cdot C2} \quad m = \frac{38}{9,01 \cdot 0,93 \cdot 0,97 \cdot 1,37}$$

$$= 1,58$$

Untuk $m = 1,58$ dan dengan perhitungan interpolasi diperoleh nilai Z1, yaitu:

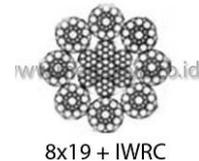
$$\frac{1,58-1,50}{1,62-1,50} = \frac{Z-230.000}{255.000-230.000}$$

$$Z = 246666,67$$

(jumlah lengkungan berulang)

Pada perencanaan ini, tali baja yang dipakai adalah baja karbon tinggi JIS

G 3521 dengan ukuran kekuatan putus (σ_b) 160 kg/mm² dan dengan tipe: 8 x 19 = 152 + 1C yang artinya sebuah tali dengan konstruksi yang terdiri dari 8 buah pintalan (*strand*) terdiri dari 19 Kawat baja (*steel wire*) dengan 1 inti serat (*fibre core*).



Gambar 2. Penampang Tali Baja

Sebelum menghitung luas penampang tali baja pada sebuah elevator, Sebaiknya terlebih dahulu dilakukan perhitungan kekuatan putus tali baja yang digunakan tersebut. Jumlah lengkungan yang terdapat pada rangkaian tali (*Number of Bend*) / NB : 4 buah

Sehingga,

$$\frac{D \text{ min}}{d} = 25 \quad \text{atau} \quad \frac{d}{D \text{ min}} = \frac{1}{25}$$

Maka dengan mengambil desain tali dengan jumlah kawat $i = 152$, maka dari persamaan tadi luas penampang tali dapat dihitung:

$$F152 = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\text{min}}} (50.000)}$$

Dimana:

σ_b = Kekuatan putus kawat baja
= 159 kg/mm² = 15.9kg/cm²

K = Faktor keamanan kawat baja
(7,60 - 11,90)
= 9,5 (dipilih)

S = Tegangan tarik untuk satu tali

Tegangan tarik yang terjadi pada satu tali baja dapat ditentukan dengan persamaan seperti pada saat mencari tegangan tarik maksimum dengan persamaan:

$$S = \frac{Q \text{ total}}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} \text{ kg}$$

Dimana:

Q total = Beban total = Gs + Q

Gs = Beban sangkar 21 orang,
asumsi 1 orang = 70 kg
= 1470 kg

$Q = \text{Kapasitas elevator} + G_s$
 $= 1470\text{kg} + 1600\text{ kg} = 3070\text{ kg}$
 $n = \text{Jumlah bagian suspensi}$
 (puli penyangga) = 2 buah
 $\eta = \text{Effisiensi puli} = 0,945$
 $\eta_1 = \text{Efisiensi akibat kerugian karena}$
 kekakuan tali pada saat menggulung
 pada puli penggerak = 0,98

Maka,

$$S = \frac{3070\text{ kg}}{2 \cdot 0,945 \cdot 0,98} = 1657\text{ kg}$$

Sehingga luas penampang tali baja adalah:

$$F_{152} = \frac{1657\text{ kg}}{\frac{15,9\text{ kg/cm}^2}{9,5} - \frac{1}{25}(50.000)} = 1,9\text{ cm}^2$$

Diameter tali baja (wire) dapat dihitung dengan persamaan:

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{152}}{\pi \cdot i}}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,9\text{ cm}^2}{\pi \cdot 152}}$$

$$= 0,0109\text{ cm} = 0,109\text{ mm}$$

Kemudian dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$d = 1,5 \delta \cdot \sqrt{i}$$

$$d = 1,5 \times 0,109\text{ mm} \times \sqrt{152} = 2,4\text{ mm}$$

Perhitungan Umur Tali Baja

Umur kerja dari tali baja dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Material
2. Metode Operasi
3. Tegangan – tegangan yang bekerja pada tali

Jumlah penggulangan tekuk, yaitu transmisi tali dari keadaan lurus ke keadaan bengkok atau sebaliknya.

Jumlah lengkungan berulang yang diizinkan ($z = 246.666,67$) itulah yang menyebabkan kerusakan pada tali baja. 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 ($NB = \text{Number Of Bend}$). 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.

Untuk menentukan umur dari sebuah tali baja (N) dapat diperoleh melalui persamaan:

$$z_1 = a \cdot z_2 \cdot N \cdot \beta$$

Dimana:

z_1 = Jumlah lengkungan berulang yang diizinkan
 $= 246.666,67$

a = Jumlah siklus rata-rata per bulan = 3400

z_2 = Jumlah lengkungan berulang per siklus kerja (mengangkat dan menurunkan) pada tinggi pengangkatan penuh dan lengkungan satu sisi, $z_2 = 2$

β = Faktor perubahan daya tahan tali akibat mengangkut muatan lebih rendah dari tinggi total dan lebih ringan dari muatan penuh, $\beta = 0,3$

φ = Perbandingan jumlah lengkungan dengan jumlah putus tali = 1

$$N = \frac{z_1}{a \cdot z_2 \cdot \beta \cdot \varphi} \text{ Maka,}$$

$$N = \frac{246666,67}{3400 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 1} = 120,91\text{ bulan} = 10\text{ Bulan} = 10\text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa umur tali adalah 120 bulan sama dengan 10 tahun, dalam pemakaian selama itu maka tali baja harus dilakukan penggantian meskipun kondisinya terlihat masih baik. Sehingga tali baja harus diganti sebelum 10 tahun dari masa pemakaian, hal tersebut disebabkan oleh faktor-faktor yang

mempengaruhi kekuatan tali, misalnya tali baja akibat gesekan, diindikasikan beberapa ruas tali baja sudah ada yang putus pada sepanjang lapisan serat atau kisar tali baja maupun konstruksi tali baja mungkin tidak sempurna/cacat.

Tali baja dikatakan aman jika tegangan tarik yang terjadi lebih kecil dari tegangan tarik izin ($S < S_{max}$). Tegangan tarik izin (S_{max}) dapat dicari menurut persamaan seperti di atas:

$$S_{max} = \frac{P}{K}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} P &= \text{kekuatan putus tali sebenarnya (kg)} \\ &= \sigma_b \cdot \sigma_t \\ &= 159 \text{ kg/mm}^2 \times 901 \text{ mm}^2 \\ &= 143,259 \text{ kg} \end{aligned}$$

K = faktor keamanan kawat baja pada elevator = 5,5

Maka:

$$S_{max} = \frac{143,259 \text{ kg}}{5,5} = 26047,09 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan tarik izin tali yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah, (S_{max}) = 26047.09 kg (tegangan tarik maksimal yang diizinkan), sedangkan dari perhitungan sebelumnya diperoleh bahwa tegangan tarik yang terjadi pada tali baja schlinder kapasitas 1600 kg adalah (S) = 1894 kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa tali baja tersebut aman terhadap beban tarik yang terjadi.

IV. KESIMPULAN

1. Luas penampang tali baja (F152) berdasarkan besar dari tegangan tarik untuk satu tali baja (S) adalah 1,9 cm².
2. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja adalah sebesar $S = 1894$ kg. Sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar $S_{max} = 2800$ kg. Jadi, $S = 1894 \text{ kg} < S_{max} = 2800$ kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa tali baja tersebut aman terhadap beban tarik yang terjadi.
3. Kekuatan putus tali baja sebenarnya (P) berdasarkan faktor keamanan dengan

jenis mekanisme dan kondisi operasi (K) adalah $P = 10417$ kg.

4. Umur dari tali baja untuk elevator kapasitas 21 penumpang atau 1600 kg yang digunakan pada *lift schinder* tipe s-2600 adalah 120 Bulan (10 tahun) dalam penggunaan normal.
5. Jenis tali tipe: 8 x 19 = 152 + 1 *Fiber Core* dipilih dengan pertimbangan bahwa semakin banyak kawat baja yang digunakan pada konstruksi tali maka akan lebih aman dari tegangan putus tali. Dengan spesifikasi tali: diameter tali baja (d) : 10 mm, berat tali baja (W) : 1,15 kg/m, beban patah tali baja (P_b) : 15.400 kg, tegangan patah tali baja (σ_b) : 140-159 kg/mm².

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Syamsir. A. Muin, *Pesawat-Pesawat Pengangkat*, Medan 1987.
2. FAG Rolling Bearing Standard Programme Catalogue, WL 41510/2EA Edition 1993.
3. G. Takeshi Sato, N. Sugiarto, *Menggambar Mesin menurut ISO*, PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1986.
4. George A. Strakosh, Jaros, Baum & Balles, *Vertical Transportation, Elevator and Escalator*, Amerika Serikat, 1983.
5. Herman Jutz and Edward Schurthus, *Westermann Tables for The Metal Trade*, Wiley Eastered, New Delhi, Bengalore Bombay, Calcuta, 1976.
6. Joseph. E. Shigley, Larry D. Mitchell, *Perencanaan Teknik Mesin*, Erlangga, Jakarta, 1986.
7. Lubomir Janovski, *Elevator Mechanical Design, Principles and Concepts*, Czekoslovakia, 1986.
8. Politeknik Mekanik Swiss- ITB

- General Standard.*
9. Rudenko. N, *Material Handling Equipment*, Place Publisher, Moskow, 1992.
 10. SNI 0076:2008, *Tali Kawat Baja*, 2008.
 11. Stolk, Kros, *Elemen Mesin, Elemen Konstruksi dari Bangun Mesin*, Jakarta, 1993.
 12. Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT. Paradya Paramitha, Jakarta 1983.
 13. Timoshenko & Young, *Elements of Strength Material*, 5th Edition.
 14. Utomo, *Alat Pengangkat dan Pompa*, PT. Pradya Paramitha, Jakarta, 1986.