

KAJI ULANG KONSTRUKSI ELEVATOR BERKAPASITAS PENUMPANG 15 ORANG (1000 KG) DI GEDUNG MENARA PERKULIAHAN UNIVERSITAS TRIDINANTI

Muhammad Ali Akbar⁶, Rita Maria Veranika⁷, M. Amin Fauzie⁸

Email Korespondensi : aliakbr726@gmail.com

Abstrak: Salah satu sarana transportasi yang diciptakan untuk menunjang mobilitas manusia dalam kegiatan sehari-hari adalah elevator. Perhitungan dimulai dengan menghitung massa sangkar, massa *counterweight*, massa tali baja, beban yang ditanggung motor, perhitungan tali baja, momen puntir, daya yang dibutuhkan motor, serta gaya berat dan gaya normal. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa : 1. Daya aktual motor dibutuhkan ketika elevator dibebani oleh 15 penumpang atau 1000 kg adalah sebesar 7,09 HP, 2. Kapasitas beban maksimum yang mampu diangkat oleh elevator ini adalah 1085,855 kg, 3. Tali baja yang digunakan dapat dipastikan aman karena tegangan yang terjadi pada tali baja sebesar 2261,88 kg/cm² tidak melebihi tegangan maksimum yang diizinkan yaitu 4714,29 kg/cm².

Kata kunci: konstruksi, elevator, massa, tegangan, daya

Abstract: One of the means of transportation created to support human mobility in daily activities is the elevator. The calculation begins by calculating the mass of the cage, the mass of the counterweight, the mass of the steel rope, the load borne by the motor, the calculation of the steel rope, the torsional moment, the power required by the motor, as well as the weight and normal force. From the research results it can be concluded that: 1. The actual motor power required when the elevator is loaded by 15 passengers or 1000 kg is 7,09 HP, 2. The maximum load capacity that can be lifted by this elevator is 1085,855 kg, 3. The steel rope used can be ensured to be safe because the stress that occurs in the steel rope of 2261.88 kg/cm² does not exceed the maximum permissible stress of 4714.29 kg/cm².

Keywords: construction, elevator, mass, strenght, power

⁶ Alumni Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

^{7,8} Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

PENDAHULUAN

Salah satu sarana transportasi yang diciptakan untuk menunjang mobilitas manusia dalam kegiatan sehari-hari adalah elevator. Peralatan ini dipergunakan untuk mengefisiensikan waktu, jarak tempuh dan tenaga bagi manusia untuk menuju lantai yang diinginkan dalam gedung bertingkat.

Bercermin dari elevator pada umumnya yang sering mengalami kerusakan dan menyebabkan pendeknya usia pakai biasanya dikarenakan beban kerja elevator yang tidak sesuai dengan kapasitasnya, maka dari itu akan sangat diperlukan untuk mengetahui beban maksimal yang dapat diangkat elevator sesuai spesifikasinya.

Pada elevator ini tercantum beban angkat maksimal yang diperbolehkan yaitu 1000 kg.

Bisa jadi nilai aktual dari daya angkat elevator tersebut dengan spesifikasi yang digunakan bisa lebih dari itu. Oleh karena itu skripsi ini akan menghitung ulang konstruksi yang digunakan pada elevator gedung menara perkuliahan Universitas Tridianti Palembang.

TINJAUAN PUSTAKA

Elevator atau yang lebih akrab dikenal sebagai elevator adalah suatu alat transportasi vertikal dalam gedung bertingkat, yang berfungsi untuk mempermudah aktifitas manusia melakukan rutinitasnya dalam gedung tersebut. Setelah mengalami perkembangan elevator/elevator pada zaman modern ini ada bermacam-macam jenisnya. Berdasarkan fungsinya, elevator dibagi menjadi, yaitu: (1)

elevator penumpang (*passenger elevator*), (2) elevator barang (*fright elevator*), (3) elevator uang/makanan (*dump waiters*), dan (4) elevator hidrolik.

A. Perhitungan Beban Pengimbang

Counter Weight komponen pada elevator yang arah kerjanya berlawanan dengan arah kerja sangkar elevator, jika sangkar bergerak ke atas maka *Counter Weight* akan bergerak ke bawah, begitu juga sebaliknya. *Counter Weight* berfungsi menyeimbangkan beban yang ditopang oleh motor. Massa dari *Counter Weight* dihitung dari :

$$Q_{cwt} = G_{car} + \frac{Q_0}{2} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

- G_{car} = Berat keseluruhan sangkar (kg)
- Q_0 = Beban kapasitas yang direkomendasikan (kg)

B. Perhitungan Beban Pada Motor

Beban yang ditopang oleh motor adalah beban total yang terjadi saat motor menarik total bobot sangkar.

$$Q_{total} = (G_{car} + Q_0 + \text{massa tali baja pada sisi sangkar}) - (Q_{cwt} + \text{massa tali baja pada sisi counter weight})$$

Dimana :

- Q_{total} = Beban total yang diangkat oleh motor (kg)
- G_{car} = Massa total sangkar (kg)
- Q_0 = Kapasitas beban yang direkomendasikan (kg)
- Q_{cwt} = Massa counter weight (kg)

C. Perhitungan Tali Baja

Tali baja atau yang sering disebut dengan *wire rope* adalah tali yang dibuat dari kumpulan jalinan kawat-kawat baja yang mempunyai batas tegangan tarik $\sigma_b = 130 - 200 \text{ kg/mm}^2$.

Perhitungan tarikan kerja maksimum pada bagian tali dari sistem puli dalam pengangkatan beban dapat dihitung dengan rumus :

$$S_w = \frac{Q}{n \times \eta_{puli} \times \eta_u} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

- S_w = Tarikan kerja maksimum tali baja
- Q = Beban total (kg) (massa sangkar + kapasitas)
- n = Jumlah puli = 3
- η_{puli} = 0,92(N. Rudenko, 1992)
- η_u = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuannya ketika menggulung pada drum = 0,98(N. Rudenko, 1992)

$$\Sigma\sigma = \frac{\sigma_b}{SF} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

- $\Sigma\sigma$ = Tegangan izin maksimum pada tali baja (kg/cm^2)
- σ_b = Ultimate strength tali baja (kg/cm^2)
- SF = *Safety Factor*

$$\Sigma\sigma = \frac{S_w}{F} + \frac{\delta E^l}{D_{min}} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

- S_w = Tarikan kerja maksimum (kg)
- F = Luas penampang tali baja (mm^2)
- δ = Diameter satu kawat (cm)
- E^l = Modulus elastisitas yang telah dikoreksi (kg/cm^2)
- D_{min} = Nilai jumlah lengkungan = 25

D. Daya yang Diperlukan Motor

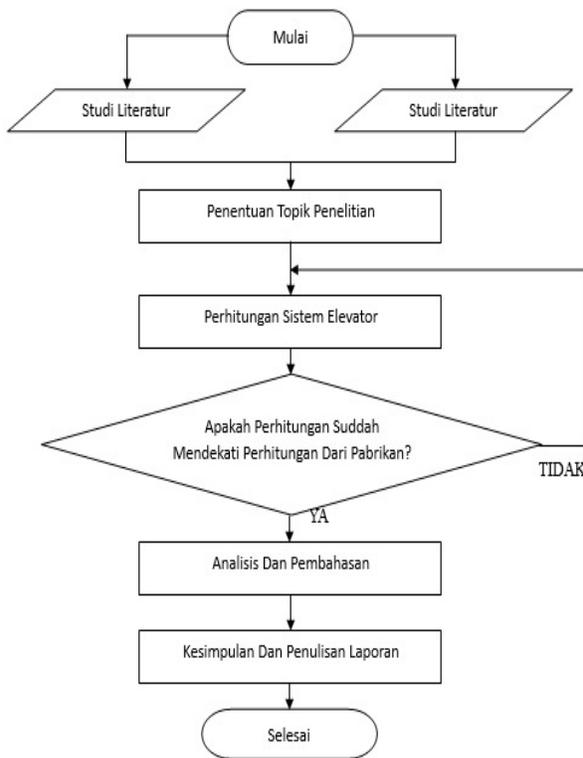
Sejumlah daya yang dibutuhkan motor untuk mampu mengangkat beban tertentu. Adapun rumus yang digunakan antara lain :

$$P = \frac{Q \times v}{75 \times \eta} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

- P = Daya Motor (HP)
- Q = Beban yang harus diangkat (kg)
- v = Kecepatan angkat elevator (m/s)
- η = Efisiensi (0,94)

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Diagram Alir Penyelesaian Masalah

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode studi pustaka dan metode studi lapangan, yakni sebagai berikut :

- **Studi Pustaka** : Yaitu mendata teori-teori yang berhubungan dengan elevator melalui buku-buku referensi.
- **Studi Lapangan** : Yaitu dengan survey ke lapangan untuk mengambil data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan ulang dan juga menanyakan langsung pada dosen Universitas Tridnanti Palembang.

B. Alat yang Digunakan

Dalam pelaksanaan pembuatan tugas akhir ini, peneliti menggunakan alat-alat yang dapat membantu proses penelitian baik dari mulai pengambilan data maupun perhitungan. Alat yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Meteran
2. Jangka Sorong
3. Laptop
4. Kalkulator

C. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menunjang penelitian ini agar berjalan lancar dan terarah dapat dirincikan pada prosedur-prosedur berikut :

1. Mencari data-data spesifikasi elevator yang terpasang (*name plate*).
2. Mencari literatur pendukung.
3. Memulai tahap awal perhitungan, dimulai dengan berat total yang ditanggung motor.
4. Melakukan survey lapangan untuk melihat fisik.
5. Menghitung berat konstruksi sangkar elevator.
6. Menghitung berat counterweight yang diperlukan.
7. Menghitung berat tali baja yang digunakan.
8. Menghitung kecepatan tali (puli) dan kecepatan angkat.
9. Menghitung daya motor yang diperlukan untuk mengangkat beban maksimal.
10. Membandingkan hasil perhitungan dengan data yang didapat sesuai spesifikasi.
11. Membuat kesimpulan.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Data Spesifikasi

Data	
Daya Motor	6,2 kW = 8,31 HP
Kecepatan Motor	93 rpm
Jenis Tali Baja	8 × S(19) Grade A
Diameter Tali Baja	10 mm
Car Size	1,6 m × 1,5 m × 2,2 m
Door Size	0,9 m × 2,1 m
Kapasitas	15 Orang (1000 kg)
Kecepatan Angkat	60 m/min
Diameter Puli	40 cm, 36 cm, 36 cm dan 24 cm
Massa Sangkar	1140 kg
Massa Counterweight	1650 kg
Tinggi Bangunan	Basement = 3,2 m ; Lantai 1-8 = 3,6 m

Tabel 1 Massa Sangkar

Bagian Sangkar	Massa (kg)
Bottom	56,39
Baja Profil Siku Penghubung Bottom ke Tiang Penyangga	11,49
Tiang Penyangga	118,28
Baja Profil U Rangka Lantai	23,49
Baja Profil Siku Rangka Lantai	24,06
Plat Lantai	130,4
Lapisan Plywood	15,685
Granit	129,94
Plat Dinding	372,75
Plat Atap	49,94
Top	57,14
Baja Siku di Sekeliling Top	34,59
Beban Tak Terhitung	115
Total	1139,155

B. Perhitungan Beban Pengimbang

Counter Weight komponen pada elevator yang arah kerjanya berlawanan dengan arah kerja sangkar elevator, jika sangkar bergerak ke atas maka Counter Weight akan bergerak ke bawah, begitu juga sebaliknya. Counter Weight berfungsi menyeimbangkan beban yang ditopang oleh motor.

Massa dari Counter Weight dihitung dari :

$$Q_{cwt} = G_{car} + \frac{Q_0}{2} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

G_{car} = Massa sangkar secara keseluruhan (kg) = **1139,155 kg**

Q_0 = Kapasitas massa yang direkomendasikan (kg) = 1000 kg

Sehingga :

$$Q_{cwt} = G_{car} + \frac{Q_0}{2}$$

$$Q_{cwt} = 1139,155 \text{ kg} + (1000/2)\text{kg}$$

$$Q_{cwt} = 1639,155 \text{ kg}$$

C. Perhitungan Beban pada Motor

Beban yang ditopang oleh motor adalah beban total yang terjadi saat motor menarik total bobot sangkar. Perhitungan diawali dengan menghitung massa tali baja.

Panjang tali baja = 68,48 m, elevator ini menggunakan 4 buah tali baja, sehingga panjang totalnya adalah 273,9 m. Massa tali baja per meter = 0,343 kg, sehingga massa total tali baja yang digunakan elevator ini adalah sebesar 93,95 kg.

Perhitungan beban pada motor dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$Q_{total} = (G_{car} + Q_0 + \text{massa tali baja pada sisi sangkar}) - (Q_{cwt} + \text{massa tali baja pada sisi counter weight})$$

Dimana :

Q_{total} = Beban total yang diangkat oleh motor (kg)

G_{car} = Massa total sangkar (kg) = 1139,155 kg

Q_0 = Kapasitas beban yang direkomendasikan (kg) = 1000 kg

Q_{cwt} = Massa counter weight (kg) = 1639,155 kg

Ketika sangkar dan counter weight berada pada posisi yang setara, panjang tali baja diasumsikan dibagi dua, sehingga massanya juga dibagi dua.

Sehingga :

$$Q_{total} = (1139,155 + 1000 + 93,95/2) \text{ kg} -$$

$$(1639,155 + 93,95/2) \text{ kg}$$

$$Q_{total} = (2139,155 + 46,975) \text{ kg} - (1639,155 + 46,975) \text{ kg}$$

$$Q_{total} = (2186,13 - 1686,13) \text{ kg}$$

$$Q_{total} = 500 \text{ kg}$$

D. Perhitungan Tali Baja

Perhitungan tarikan kerja maksimum pada bagian tali dari sistem puli dalam pengangkatan beban dapat dihitung dengan rumus :

$$S_w = \frac{Q}{n \times \eta_{puli} \times \eta_d} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

S_w = Tarikan kerja maksimum tali baja

Q = Beban total (kg) (massa sangkar + kapasitas) = 2139,155 kg

n = Jumlah puli = 3

η_{puli} = 0,92(N. Rudenko, 1992)

η_d = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuannya ketika menggulung pada drum = 0,98(N. Rudenko, 1992)

Sehingga :

$$S_w = \frac{Q}{n \times \eta_{puli} \times \eta_d}$$

$$S_w = \frac{2139,155 \text{ kg}}{3 \times 0,92 \times 0,98}$$

$$S_w = \frac{2139,155 \text{ kg}}{2,7048}$$

$$S_w = 790.87 \text{ kg}$$

Perhitungan tegangan tali maksimum yang diizinkan dapat dihitung dengan rumus :

$$\Sigma \sigma = \frac{\sigma_b}{SF} \dots\dots\dots(N. Rudenko, 1992)$$

Dimana :

$\Sigma \sigma$ = Tegangan izin maksimum pada tali baja (kg/cm^2)

σ_b = Ultimate strength tali baja grade A (kg/cm^2) = 16500 kg/cm^2 .

SF = Safety Factor = 3,5.*Standar A.P.I.
 Sehingga :

$$\Sigma\sigma = \frac{\sigma_b}{SF}$$

$$\Sigma\sigma = \frac{16500 \text{ kg/cm}^2}{3,5}$$

$$\Sigma\sigma = 4714,29 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan tegangan yang terjadi pada tali baja :

$$\delta = \sqrt{\frac{4.F}{\pi.i}} \dots\dots\dots(\text{Syamsir A. Muin})$$

Dimana :
 $F = A = 36,5 \text{ mm}^2 = 0,365 \text{ cm}^2$.
(Tokyo Rope MFG, 2017)
 $i = \text{jumlah kawat } 8 \times 19 = 152$

Sehingga :

$$\delta = \sqrt{\frac{4.36,5 \text{ mm}^2}{\pi.152}}$$

$$\delta = 0,55 \text{ mm} = 0,055 \text{ cm}$$

Nilai modulus elastisitas didapat dari interpolasi F_{114} dan F_{222} (Lit. 1, hal : 39), sehingga didapat nilai modulus elastisitas sebesar $40925,93 \text{ kg/cm}^2$.

Tegangan pada tali baja dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\Sigma\sigma = \frac{S_w}{F} + \frac{\delta E'}{D_{min}} \dots\dots\dots(\text{N. Rudenko, 1992})$$

Dimana :
 S_w = Tarikan kerja maksimum = 790,87 kg
 F = Luas penampang tali baja = $36,5 \text{ mm}^2 = 0,365 \text{ cm}^2$. (Tokyo Rope MFG, 2017)
 δ = Diameter satu kawat = 0,055 cm
 E' = Modulus elastisitas yang telah dioreksi = $40925,93 \text{ kg/cm}^2$.
 D_{min} - Nilai jumlah lengkungan = 25

Sehingga :

$$\Sigma\sigma = \frac{S_w}{F} + \frac{\delta E'}{D_{min}}$$

$$Q = 585,855 \text{ kg}$$

$$\Sigma\sigma = \frac{790,87 \text{ kg}}{0,365 \text{ cm}^2} + \frac{0,055 \text{ cm} \times 40925,93 \text{ kg/cm}^2}{25 \text{ cm}}$$

$$\Sigma\sigma = 2166,77 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 90,04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\Sigma\sigma = 2256,81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Jadi, tali baja yang digunakan dapat dipastikan aman karena tegangan yang terjadi pada tali baja sebesar $2256,81 \text{ kg/cm}^2$ tidak melebihi tegangan maksimum yang diizinkan yaitu $4714,29 \text{ kg/cm}^2$.

E. Perhitungan Daya Motor

Untuk menghitung daya motor yang dibutuhkan untuk mengangkat beban dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut

$$P = \frac{Q \times v}{75 \times \eta} \dots\dots\dots(\text{N. Rudenko, 1992})$$

Dimana :

- P = Daya Motor (Hp)
- Q = Beban yang ditanggung motor (kg) = 500 kg
- v = Kecepatan angkat elevator (m/s) = $60 \text{ m/min} = 1 \text{ m/s}$.* name plate
- η = Efisiensi (0,94)

Sehingga :

$$P = \frac{Q \times v}{75 \times \eta}$$

$$P = \frac{500 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}}{75 \times 0,94}$$

$$P = \frac{500 \text{ kg.m/s}}{70,5}$$

$$P = 7,09 \text{ HP}$$

Jika daya disesuaikan dengan spesifikasi, maka beban yang dapat ditanggung oleh motor listrik adalah sebesar :

$$P = \frac{Q \times v}{75 \times \eta}$$

$$8,31 \text{ HP} = \frac{Q \times 1 \text{ m/s}}{75 \times 0,94}$$

$$8,31 \text{ HP} = \frac{1Q \text{ m/s}}{70,5}$$

$$585,855 \text{ kg.m/s} = 1Q \text{ m/s}$$

Sedangkan untuk mengetahui kapasitas diangkat oleh elevator dengan beban maksimum yang ditanggung oleh motor sesuai spesifikasi daya motor, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Q_{\text{total}} = (G_{\text{car}} + Q_0 + \text{massa tali baja pada sisi sangkar}) - (Q_{\text{cwt}} + \text{massa tali baja pada sisi counter weight})$$

Dimana :

Q_{total} = Beban total yang diangkat oleh motor dengan daya sesuai spesifikasi (kg) = 585,855 kg

G_{car} = Massa total sangkar (kg) = 1139,155 kg

Q_0 – Kapasitas beban maksimum sebenarnya (kg)

Q_{cwt} = Massa counter weight (kg) = 1639,155 kg

Ketika sangkar dan *counter weight* berada pada posisi yang setara, panjang tali baja diasumsikan dibagi dua, sehingga massanya juga dibagi dua.

Sehingga :

$$Q_{\text{total}} = (1139,155 + Q_0 + 93,95/2) \text{ kg} - (1639,155 + 93,95/2) \text{ kg}$$

$$585,855 \text{ kg} = (1186,13 + Q_0 - 1686,13) \text{ kg}$$

$$585,855 \text{ kg} = -500 \text{ kg} + Q_0$$

$$Q_0 = 585,855 \text{ kg} + 500 \text{ kg}$$

$$Q_0 = 1085,855 \text{ kg}$$

Jadi, kapasitas beban maksimum sebenarnya yang mampu diangkat elevator

beban maksimum sebenarnya yang dapat dengan daya motor sesuai spesifikasi yaitu 8,31 HP adalah sebesar 1085,855 kg.

SIMPULAN

Dari serangkaian perhitungan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya actual motor ketika elevator bekerja mengangkat beban 1000 kg adalah 7,09 HP.
2. Kapasitas beban maksimum sebenarnya yang mampu diangkat elevator adalah 1085,855 kg.
3. Tali baja yang digunakan dapat dipastikan aman karena tegangan yang terjadi pada tali baja sebesar 2256,81 kg/cm² tidak melebihi tegangan maksimum yang diizinkan yaitu 4714,29 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- Rudenko, N., 1992, *Mesin Pemindah Bahan*. Jakarta : Erlangga.
- Muin, Syamsir, A., 1990, *Pesawat – Pesawat Angkat*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- TOKYO ROPE MFG.CO.,LTD., 2017, *Wire Rope* (5) : 15-58. Diakses pada 1 Agustus 2023, melalui: <https://www.tokyoropeco.jp/english/product/cata-log/pdf/wireropeco.pdf>