

TUGAS AKHIR

ANALISA PERFORMA ELEVATOR PADA MEDAN MALL BERTINGKAT 4

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD ILHAM
1407230182



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

TUGAS AKHIR

ANALISA PERFORMA ELEVATOR PADA MEDAN MALL BERTINGKAT 4

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD ILHAM
1407230182



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

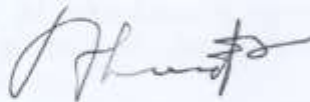
Nama : Muhammad Ilham
Npm : 1407230182
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4
Bidang Ilmu : Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 September 2019

Mengetahui Dan Menyetujui:

Dosen Penguji I



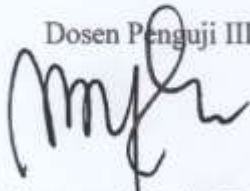
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Muhammad Yani, S.T.,M.T

Dosen Penguji IV



Chandra A Siregar, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Ahmad Yani, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ilham
NPM : 1407230182
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4
Bidang ilmu : Alat Berat

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISA PERFORMA ELVATOR PADA MEDAN MALL BERTINGKAT 4”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juli 2019

Saya yang menyatakan,



Muhammad Ilham

ABSTRAK

Bangunan bertingkat diperuntukan sebagai bangunan sekolah/ perguruan tinggi, perkantoran, Swalayan, super mall, swalayan, maupun bangunan hunian berupa hotel dan apartemen atau flat. Dalam perencanaan bangunan tersebut harus memperhatikan aspek-aspek konstruksi dan keamanan bangunannya, seperti kekuatan strukturnya dalam mendukung beban dan terhadap segala bencana. Elevator dalam sebuah gedung bertingkat harus melihat fungsi dan letak bangunan karena adanya perbedaan perilaku masyarakat pada setiap daerah seperti jumlah penghuni pada suatu hunian, waktu tunggu penumpang, jumlah elevator pada sebuah bangunan, jumlah penumpang yang dapat diangkut oleh elevator, kecepatan elevator. Teknik pengumpulan data, dalam penelitian ini adalah: (1) observasi, (2) dokumentasi, dan (3) wawancara. Analisis data yang digunakan adalah spesifikasi elevator pada bangunan tinggi, seperti kapasitas elevator, kecepatan elevator dengan menggunakan perhitungan elevator yaitu perhitungan elevator tabel dan grafik MEE dan perhitungan cara empirik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka didapat kesimpulan bahwa Kapasitas angkat sebesar 750 kg dengan kecepatan angkat 1.5 m/s, daya motor penggerak 25 Hp (15kw), jumlah penumpang masuk adalah 15 orang, Umur tali baja 17,7 bulan dan bahan tali baja yaitu bahan karbon S 153, kekuatan tarik tali baja 17,9 kg/mm².

Kata Kunci : Analisa performa, Elevator, Mall Bertingkat

ABSTRACT

Multi-storey buildings are designated as school / college buildings, offices, supermarkets, super malls, supermarkets, as well as residential buildings such as hotels and apartments or flats. In planning the building must pay attention to aspects of construction and building safety, such as the strength of the structure in supporting the burden and against all disasters. Elevators in a multi-storey building must see the function and location of the building due to differences in community behavior in each area such as the number of occupants in a residence, passenger waiting time, the number of elevators in a building, the number of passengers that can be transported by elevators, elevator speed. Data collection techniques, in this study are: (1) observation, (2) documentation, and (3) interviews. Analysis of the data used is the elevator specifications on tall buildings, such as elevator capacity, elevator speed by using the elevator calculation that is the elevator table and MEE graph calculations and empirical calculation methods. Based on the research conducted, it was concluded that the lifting capacity of 750 kg with a lifting speed of 1.5 m / s, the motor power of 25 hp (15kw), the number of incoming passengers is 15 people, 17.7 months of steel rope age and steel rope material is material carbon S 153, tensile strength of steel straps 17.9 kg / mm²

Keywords: Performance analysis, Elevator, Multi-storey Mall

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4 (Studi Kasus)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Muhammad Yani, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A. Siregar, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Khairul Umurani, ST, MT selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.

8. Kedua Orang tua yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Maret 2019

Muhammad Ilham

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Mall	4
2.1.1. Klasifikasi Mall	5
2.2. Elevator	8
2.3. Daya Angkut Elevator (Handling Capacity)	10
2.4. Waktu Perjalanan Bolak Balik Elevator	11
2.5. Spesifikasi Elevator dan Cara Kerjanya	12
2.6. Daya Angkut Tali Baja	15
2.6.1. Koefisien Keamanan Tali Baja	17
2.6.2. Kelelahan Tali Baja	18
2.7. Keuletan Tali Baja	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.1.1. Tempat	22
3.1.2. Waktu	22
3.2. Bahan dan Alat	23
3.2.1. Bahan	23
3.2.2. Alat	23
3.3. Komponen Elevator	24
3.4. Metode Penelitian	32
3.5. Diagram Alir Eksperimen	34
BAB 4 PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL	35
4.1 Perhitungan Kapasitas Elevator	35
4.2 Perhitungan Tali Baja	39
4.2.1 Bahan Tali Baja	40
4.2.2 Luas Perhitungan Tali Baja	40
4.2.3 Diameter Tali Baja	42

4.2.4	Perhitungam Kekuatan Tali Baja	43
4.3	Perhitungan Puli	51
4.4	Pemeriksaan Tekanan Pada Alur Puli Oleh Tali	52
4.5	Perhitungan Daya Motor	55
4.5.1	Pemilihan Motor Penggerak	55
4.5.2	Pemeriksaan Motor Terhadap Beban	58
4.5.3	Perhitungan Rem	61
4.6	Sistem Perawatan Elevator	61
4.7.	Analisa Performance	62
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spek Tali Baja yang dijual dipasaran	17
Tabel 2.2	Konstruksi Tali Baja	18
Tabel 2.3	Penentuan Harga a , z_2 dan β	18
Tabel 3.1	Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	22
Tabel 3.2	Data Perencanaan Elevator Awal	33
Tabel 4.1	Waktu dibutuhkan untuk mengangkat penumpang	36
Tabel 4.2	Perkiraan Berhenti	37
Tabel 4.3	Waktu Pintu Menutup dan Membuka	37
Tabel 4.4	Harga Faktor C	47
Tabel 4.5	Faktor C_1 (tergantung diameter tali)	47
Tabel 4.6	Faktor C_2 (tergantung bahan wayar tali)	47
Tabel 4.7	Faktor C_2 (tergantung proses pembuatan)	48
Tabel 4.8	Faktor C_2 (tergantung pada faktor operasi)	48
Tabel 4.9	Faktor m	49
Tabel 4.10	Harga a , a_2 , dan β	50
Tabel 4.11	Tali Untuk Crane dan Pengangkat	50
Tabel 4.12	Tekanan Bidang Pada Puli	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Banyak Lantai Pada Bangunan Mall	6
Gambar 2.2. Komponen Elevator	9
Gambar 2.3. Grafik NB Tali Baja	19
Gambar 2.4. Menentukan Jumlah Lengkungan Tali dengan Satu Puli Bergerak dan Puli Majemuk	20
Gambar 3.1. Elevator Swalayan Medan Mall	23
Gambar 3.2. Stopwatch	23
Gambar 3.3. Multi Meter	24
Gambar 3.4. Kwh Meter	24
Gambar 3.5. Control System Atau Control Panel	25
Gambar 3.6. Geared Machine / Mesin Penggerak	25
Gambar 3.7. Primary Velocity	26
Gambar 3.8. Gobverner	26
Gambar 3.9. Guide Rail	27
Gambar 3.10. Limit Switch	27
Gambar 3.11. Vane Plate	27
Gambar 3.12. Landing Door	28
Gambar 3.13. Buffer	28
Gambar 3.14. Governor Tensioner	28
Gambar 3.15. Car Door	29
Gambar 3.16. COP dan Switching Box	29
Gambar 3.17. Interphone	29
Gambar 3.18. Alam Buzzer	30
Gambar 3.19. Floor Indicator	30
Gambar 3.20. Lampu Darurat	30
Gambar 3.21. Saklar Pintu Darurat	31
Gambar 3.22. Diagram alir	34
Gambar 4.1. Waktu Masuk dan Keluar Elevator	36
Gambar 4.2. Waktu Buka dan Tutup File	36
Gambar 4.3. Elevator Saat Waktu Naik	38
Gambar 4.4. Elevator Saat Waktu Turun	39
Gambar 4.5. Penampang Tali Baja	40
Gambar 4.6. Tali Baja	43
Gambar 4.7. Prototype of double front side elevator	53
Gambar 4.8. Bagian-Bagian	54
Gambar 4.10. Motor Penggerak Elevator	55

DAFTAR NOTASI

m	=	Kapasitas Lantai
h	=	tinggi lantai
s	=	kecepatan rata – rata per lantai
t	=	Waktu Perjalanan bolak balik
W	=	waktu menunggu
n	=	Jumlah lantai
P	=	persentasi empiri beban puncak Lift
a	=	luas lantai kotor per tingkat (m ²)
a''	=	luas lantai netto per orang(m ²)
σ_b	=	ultimate breakging strenght dari wayar (kg/cm ²)
Ss	=	kekuatan tali baja mengangkat beban (kg)
D_{min}/Dt	=	perbandingan antara diameter tali
d	=	diameter wayar
At	=	luas penampang tali
E'	=	3/8 modulus elastisitas tali yang telah direduksi
β	=	faktor pengganti dalam ketahanan tali untuk meneggakkan beban
K	=	faktor keamanan tali
F	=	penampang tali
Q	=	berat muatan yang diangkat
η	=	efisiensi tali
W	=	waktu menunggu (waiting time/interval) dalam detik = T/N
T	=	waktu perjalanan bolak-balik elevator(round trip time)
h	=	tinggi lantai sampai dengan lantai
A _t	=	luas penampang tali (cm ²)
E'	=	3/8 = modulus elastisitas tali yang telah direduksi
E	=	modulus elastisitas tali = 2.100.000 (kg/cm ²)
G	=	Bobot tiap meter dalam kg (mendekati)
σ	=	ultimate strenght
U	=	umur tali (bulan)

- a = jumlah rata-rata siklus kerja perbulan
- z_2 = jumlah bengkakan berulang (repeated bend) persiklus
- η_1 = efisiensi puli
- 1 = efisiensi yang di sebabkan kerugian tali akibat kekuatannya
- e_1 = faktor yang tergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasi
- e_2 = faktor yang tergantung pada kontruksi tali.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bangunan bertingkat diperuntukan sebagai bangunan sekolah/ perguruan tinggi, perkantoran, Swalayan, *super mall*, swalayan, maupun bangunan hunian berupa hotel dan apartemen atau flat. Dalam perencanaan bangunan tersebut harus memperhatikan aspek-aspek konstruksi dan keamanan bangunannya, seperti kekuatan strukturnya dalam mendukung beban dan terhadap segala bencana. Selain itu pula masalah yang berkaitan dengan utilitas dan rencana instalasi bangunan, guna menunjang kegiatan dan fungsi dalam bangunan.

Elevator, yang menjadi sarana transportasi vertikal pada bangunan berlantai banyak. Didalam perencanaan sarana elevator harus memperhatikan kegunaan, pola lalu lintas, kenyamanan, dan keamanan elevator di dalam gedung, serta penanggulangan bila terjadi keadaan darurat.

Elevator atau yang lebih akrab dikenal sebagai lift adalah suatu alat transportasi vertikal dalam gedung bertingkat, yang berfungsi untuk mempermudah aktifitas manusia melakukan rutinitasnya dalam gedung tersebut. Lift dapat dipasang untuk bangunan-bangunan yang tingginya lebih dari 4 lantai, karena kemampuan orang untuk naik turun dalam menjalankan tugas atau keperluannya dalam bangunan tersebut hanya mampu dilakukan sampai dengan 4 lantai. Alat ini tidak dikendalikan oleh manusia secara langsung, tetapi digerakkan dengan elektro-mekanis. Dengan demikian semua pengguna elevator sepenuhnya tergantung pada kehandalan teknologi dari alat transportasi vertikal ini. Elevator penumpang pertama dipasang oleh Otis di New York pada tahun 1857.

Elevator dalam sebuah gedung bertingkat harus melihat fungsi dan letak bangunan karena adanya perbedaan perilaku masyarakat pada setiap daerah seperti jumlah penghuni pada suatu hunian, waktu tunggu penumpang, jumlah elevator pada sebuah bangunan, jumlah penumpang yang dapat diangkut oleh elevator, kecepatan lift. Waktu perjalanan bolak-balik elevator dipengaruhi oleh kecepatan elevator. Dalam perencanaan, kapasitas elevator menggunakan 2 acuan: kapasitas kecil dengan jumlah banyak, atau kapasitas besar jumlah sedikit. Jumlah elevator pada sebuah bangunan akan mempengaruhi waktu tunggu penumpang.

Kelayakan sebuah elevator bangunan dipengaruhi oleh indikator efisiensi layanan elevator/lift, berupa kecepatan, kapasitas dan jumlah elevator. Berdasarkan penjelasan diatas maka dibuatlah sebuah penelitian berjudul Analisa performa Elevator Medan Mall berlantai 4.

1.2. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah :

- a. Bagaimana menghitung kapasitas daya angkat elevator pada medan mall bertingkat 4?
- b. Bagaimana menganalisa daya angkat elevator pada medan mall bertingkat 4?
- c. Bagaimana mengevaluasi daya tahan elevator lift yang terbaik ?

1.3. Batasan masalah

Dalam perancangan pada elevator ini penulis membatasi permasalahan yang akan di bahas yaitu :

1. Menghitung berapa besar kapasitas daya angkat elevator pada medan mall bertingkat 4?
2. Menghitung kekuatan dan umur tali baja pada elevator medan mall bertingkat 4?
3. Menghitung daya motor yang dipergunakan pada elevator medan mall bertingkat 4?
4. Menganalisa performa elevator daya angkat elevator pada medan mall bertingkat 4?

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas sarjana ini adalah :

1. Untuk menghitung berapa besar kapasitas daya angkat elevator pada medan mall bertingkat 4?
2. Untuk menghitung kekuatan dan umur tali baja pada elevator medan mall bertingkat 4?
3. Untuk menghitung daya motor yang dipergunakan pada elevator medan mall bertingkat 4?

4. Untuk menganalisa performa elevator daya angkat elevator pada medan mall bertingkat 4?

1.5. Manfaat penulisan

Adapun manfaat dari penyusunan tugas sarjana ini adalah :

1. Dapat bermanfaat untuk penulis selanjutnya sebagai bahan referensi untuk penyempurnaan alat prototype elevator.
2. Elevator terdapat dua bagian yaitu elevator lift barang dengan kapasitas angkat 1 ton lebih dan elevator penumpang yang direkomendasikan kapasitas elevator lift Medan Mall dengan daya angkat 750 kg.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mall

Mall (*shopping center*) merupakan tempat perdagangan eceran atau retail yang lokasinya digabung dalam satu bangunan atau kompleks. Hal ini dapat dilihat pada definisi Mall dibawah ini:

- a. Sekelompok kesatuan pusat perdagangan yang dibangun dan didirikan pada sebuah lokasi yang direncanakan, dikembangkan, dinilai, dan diatur menjadi sebuah kesatuan operasi (*operation unit*), berhubungan dengan lokasi, ukuran, tipe toko, dan area perbelanjaan dari unit tersebut. Unit juga menyediakan parkir yang dibuat berhungan dengan tipe dan ukuran total toko-toko (Urban Land Institute, *Shopping Centre Development Handbook*).
- b. Suatu wadah dalam masyarakat yang menghidupkan kota atau lingkungan setempat. Selain berfungsi sebagai tempat untuk kegiatan berbelanja atau transaksi jual beli, juga berfungsi sebagai tempat untuk berkumpul atau berkreasi (Beddington, *Design For Shopping Centre*).
- c. Bentuk usaha perdagangan individual yang dilakukan secara bersama melalui penyatuan modal dengan tujuan efektivitas komersial (Beddington, *Design For Shopping Centre*).
- d. Suatu tempat kegiatan pertukaran dan distribusi barang / jasa yang bercirikan komersial, melibatkan perencanaan dan perancangan yang matang karena bertujuan memperoleh keuntungan (profit) sebanyak-banyaknya (Gruen, *Centers For Urban Environment: Survival of the Shopping Centre*).
- e. Kompleks perbelanjaan terencana, dengan pengelolaan yang bersifat terpusat, dengan sistem menyewakan unit-unit kepada pedagang individu, sedangkan pengawasannya dilakukan oleh pengelola yang bertanggung jawab secara menyeluruh (Beddington, *Design For Shopping Centre*).

Dari berbagai pengertian diatas, terdapat beberapa kata kunci terkait dengan Mall, yaitu:

- 1) Adanya kegiatan jual beli atau pertukaran barang dan jasa.
- 2) Dapat berfungsi juga sebagai tempat berkumpul dan berekreasi.

2.1.1. Klasifikasi Mall

Perencanaan sebuah Mall perlu disesuaikan dengan tuntutan lingkungan dan masyarakat di lingkungan tersebut sehingga tepat sasaran baik kelas, lingkup layanan, maupun penyediaan kelengkapan didalamnya. Secara umum sebuah Mall dapat diklasifikasikan dengan berbagai pertimbangan, yaitu:

a. Berdasarkan Skala Pelayanan

1) Mall lokal (*Neighborhood centre*)

Melayani kebutuhan sehari-hari yang meliputi supermarket dan toko-toko yang luas. Lantai penjualan (Gross Leasable Area/GLA) antara 30.000 - 100.000 square feet (2787-9290 m²). Jangkauan pelayanan antara 5.000-40.000 jiwa penduduk (skala lingkup). Unit terbesar berupa supermarket, dan luas site yang di butuhkan antar 3-10 Ha.

2) Mall distrik (*Community centre*)

Melayani jenis barang yang lebih luas, meliputi department store, variety store, shop unit dengan GLA antara 100.000-300.000 square feet (9290-27.870 m²). Jangkauan pelayanan antara 40.000-150.000 jiwa penduduk. Penjualan berupa junior department store, supermarket, dan toko-toko. Luas site yang di perlukan antara 10-30 Ha.

3) Mall regional (*Main centre/regional centre*)

Mall dengan skala kota yang memiliki jangkauan pelayanan di atas 150.000 jiwa penduduk, dengan fasilitas-fasilitas meliputi pasar, toko, bioskop, dan bank yang terletak pada tempat strategis dan bergabung dengan perkantoran, tempat rekreasi dan kesenian. Luas lantai penjualan/GLA antara 300.000-1000.000 square feet (27.870-92.900 m²). Mall tersebut terdiri atas dua atau lebih department store dan berbagai jenis toko.

Semakin besar skala layanan yang direncanakan, semakin luas pula ruang yang dibutuhkan. Tuntutan luas bangunan berlawanan dengan tingginya nilai lahan yang potensial untuk pengembangan bangunan komersial yang umumnya berada di pusat kota atau di lokasi-lokasi strategis lainnya. Salah satu solusinya, Mall ini disusun menjadi bangunan berlantai banyak lantai seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Banyak *lantai pada bangunan Mall*
(sumber: www.ciputra.com, download 12 Maret 2015)

4) Shopping existing personal service

Pembeli di layani langsung oleh para pelayan. Setelah transaksi, pelayan langsung meminta pembayaran dan pembungkus barang tersebut.

5) Self selection

Pembeli dapat memilih dan membeli barang-barang, kemudian mengumpulkan ke pelayan dan meminta bon pembayaran, lalu ke kasir untuk membayar dan mengambil barang.

6) Self service

Pembeli dapat memilih dan mengambil barang-barang yang di butuhkan, kemudian diletakan pada keranjang/ kereta dorong yang telah di sediakan, lalu langsung di bawa ke kasir untuk pembayaran dan pembungkusan.

b. Berdasarkan Sistem Transaksi

Berdasarkan sistem transaksinya, sebuah Mall dapat dibedakan sebagai berikut:

- 1) Toko Grosir, adalah toko yang menjual barang dalam partai besar. Barang-barang tersebut biasanya disimpan hanya di gudang atau di tempat lain, sedangkan yang ada di toko grosir hanya contohnya oleh karena penjualan dilakukan dalam partai besar, biasanya etalase pada toko grosir hanya memerlukan tempat yang relatif kecil, sedangkan bagian besarnya adalah gudang tempat menyimpan persediaan. Aktivitas lain yang juga tidak kalah penting pada toko seperti ini adalah pengepakan. Oleh penjualannya dilakukan dalam jumlah besar sekaligus maka pengempakan memerlukan ruang tersendiri yang juga relative besar,

yaitu ruang *dropping* barang. Area ini sebaiknya berdimensi cukup besar yang memungkinkan kendaraan pengangkut barang berhenti pada proses pembongkaran atau pemuatan barang belanjaan.

2) Toko Eceran, menjual barang dalam partai kecil atau per satuan barang.

c. Berdasarkan Lokasi

1) Pasar (*Market*) merupakan kelompok fasilitas perbelanjaan sederhana (los, toko, kios, dan sebagainya) yang berada disuatu area tertentu pada suatu wilayah. Fasilitas perbelanjaan ini dapat bersifat terbuka ataupun berada di didalam bangunan, biasanya berada di dekat kawasan permukiman , merupakan fasilitas perbelanjaan untuk memenuhi kebutuhan (biasnya sehari-hari) masyarakat disekitarnya.

2) *Shopping Street* merupakan pengelompokan sarana perbelanjaan yang terdiri dari Toko-toko atau kios yang berderet di kedua sisi jalan, dengan pencapaian langsung dari jalan utama. Area ini merupakan jenis pasar yang berlokasi di sepanjang tepi suatu penggal jalan. Jenis perbelanjaan semacam ini biasanya berkembang di kawasan-kawasan wisata, atau kawasan perkotaan yang menarik dikunjungi wisatawan.

3) *Shopping Precint* merupakan kompleks pertokoan terbuka yang menghadap pada suatu ruang terbuka yang bebas. Perbelanjaan ini biasanya tumbuh didekat obyek atau kawasan wisata.

4) *Department store* merupakan wadah perdagangan eceran besar dan berbagai jenis barang yang berada di bawah satu atap.

5) *Supermarket* toko yang menjual barang kebutuhan sehari-hari dengan cara pelayanan mandiri (*self service*).

6) *Shopping centre*, merupakan pengelompokan fasilitas perbelanjaan (toko dan kios) yang berada dibawah satu atap .

7) *Shopping mall* Merupakan bangunan atau kompleks pertokoan yang memilih sistem selasar atau satu koridor utama disepanjang toko-toko yang menerus.

c. Berdasarkan luas dan bermacam-macam desain

1) *Full mall*

2) *Transit mall*

3) *Semi mall*

2.2. Elevator

Alat untuk transportasi vertical dalam bangunan bertingkat adalah elevator atau elevator. Alat transportasi vertical dalam bangunan bertingkat tersebut akan memakan volume gedung yang akan menentukan efisiensi gedung. Pemilihan kapasitas-kapasitas elevator akan menentukan jumlah elevator yang mempengaruhi pula kualitas pelayanan gedung, terutama proyek-proyek komersil.

Elevator atau juga yang sering disebut elevator mempunyai empat bagian utama yaitu seperti, Komponen di ruang mesin (*Machine Room*), Komponen di ruang luncur (*Hoistway*)

Pengertian ruang luncur adalah lorong atau tempat pelintasan diman kereta/car elevator bergerak naik maupun bergerak turun. lubang ini harus merupakan lubang tertutup dan tidak ada hubungan langsung ke ruang keluarnya kecuali untuk lubang dua buah elevator berdampingan. berikut komponen-komponen yang ada di ruang luncur (*hoistway*) :

Terbuat dari profil baja khusus yang berfungsi memandu jalanya kereta (car) dan bobot pengimbang (*counterweight*). Ukuran rel untuk kereta/car biasanya lebih besar dari pada rel bandul pengimbang/counterweight. guide rail ini terpasang tegak lurus dari dasar pit sampai dibawah slap ruang mesin.

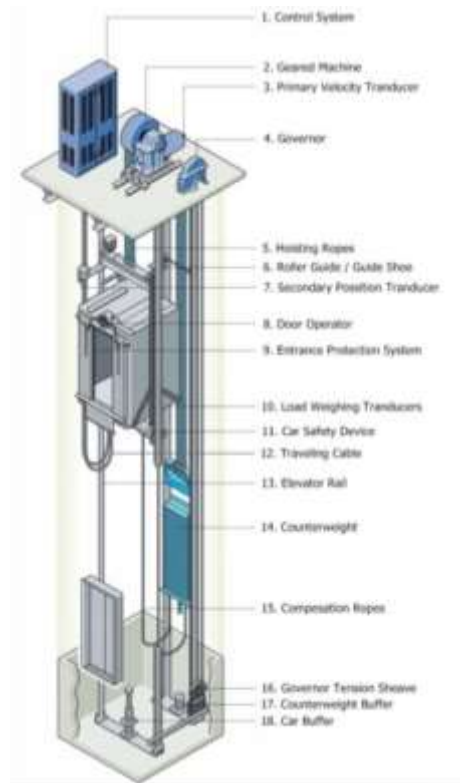
Ada dua jenis saklar batas lintas yaitu untuk membalik arah (*direction switch*) dan final seitch. Bisanya komponen ini terpasang di rel kereta dipasang dibagian bawah dan dibagian atas rel yang berfungsi untuk mejaga agar kereta tidak menabrak pit atau rantai kamar mesin.

Dipasang di rel kereta yang berfungsi untuk mengatur pemberhentian kereta pada lantai yang dikehendaki dan mengatur pembukaan pintu pendaratan (*Landing Door*). Terdiri dari beberapa bagian antara lain door hanger, door sill dan door panel. berfungsi untuk menutup ruang luncur dari luar. pada hall door ini dipasang alat pengaman secara seri sehingga apabila salah satu pintu terbuka maka elevator tidak akan bisa dijalankan. Terletak di dua tempat yaitu: satu set untuk kereta dan satu set untuk beban pengimbang /counterweight berfungsi untuk meredam tenaga kinetik kereta dan bobot pengimbang pada saat jatuh.

Komponen di kereta/*Car Elevator*

Pengertian kereta/car adalah kotak dimana penumpang naik dan dibawa naik turun. kereta ini dihubungkan langsung dengan bobot pengimbang (counterweight) dengan tali baja lewat pully penggerak di ruang mesin

Pada gambar dibawah ini bisa kita lihat bersama-sama apa saja komponen pada Elevator. Disini menggunakan mesin traction-g geared elevator yang banyak digunakan.



Gambar 2.2. Komponen Elevator

Dengan adanya gambar ini mungkin kita dapat membahasnya dengan lebih terorganisir berdasarkan fungsinya. Mekanisasi bangunan, terutama bangunan tinggi menjadi hal yang menonjol dengan timbulnya kebutuhan akan gedung-gedung tinggi di seluruh dunia. Bangunan-bangunan tinggi dalam arsitektur tidaklah menjadi hasil karya para arsitek dan insinyur struktur saja, tetapi menjadi panduan karya berbagai keahlian antara lain juga insinyur mesin, elektro dan fisika teknik, panduan antara karya seni dan teknologi.

Dalam perancangan bangunan-bangunan tinggi terjadi pemikiran timbal balik antara pertimbangan-pertimbangan fungsi, struktur, dan estetika, persyaratan-persyaratan mekanikal maupun elektrikal. Salah satu masalah yang menjadi

pemikiran pertama pada perencanaan bangunan bertingkat banyak ialah masalah transportasi vertical umumnya dan transportasi manusia khususnya.

Instalasi elevator yang ideal ialah yang menghasilkan waktu menunggu disetiap lantai yang minimal, percepatan yang komfortavel, angkutan vertical yang cepat, pemuatan dan penurunan yang cepat di setiap lantai. kriteria kualitas pelayanan elevator adalah

1. Waktu menunggu (interval, waiting time)

Kesabaran orang untuk menunggu elevator tergantung kota dan Negara dimana gedung itu ada. Orang-orang di kota besar lazimnya kurang sabar dibanding dengan orang-orang di kota kecil.

Untuk proyek-proyek komersil perkantoran diperhitungkan waktu menunggu sekitar 30 detik. Waktu menunggu sama dengan waktu perjalanan bolak-balik dibagi jumlah elevator. Jika jumlah elevator total dihitung atas dasar daya angkut pada beban puncak saat-saat sibuk, maka untuk proyek-proyek perkantoran yang beberapa lantainya disewa oleh satu penyewa, jumlah elevator totalnya harus di tambah dengan 20-40 %, sebab sebagian elevator di dalam zone yang disewa satu penyewa tersebut dipakai untuk lalu lintas antar lantai, sehingga waktu menunggu di lantai dasar dapat memanjang menjadi 90 detik atau lebih.

Waktu menunggu juga sangat variable tergantung jenis gedung.

Contoh-contoh sebagai berikut:

a. Perkantoran	25-35 detik
b. Flat	30-120 detik
c. Hotel	40-70 detik
d. Asrama	60-80 detik
e. Swalayan/mall/gedung perkuliahan	30-50 detik

(Sumber : Syamsir A. Muin, t1987)

Waktu menunggu minimum adalah sama dengan waktu pengosongan elevator ialah kapasitas elevator x 1,5 detik per pengunjung.

2.3. Daya angkut elevator (handing capacity)

Daya angkut elevator tergantung dari kapasitas dan frekuensi pemuatannya.

Standard daya angkut elevator diukur untuk jangka waktu 5 menit jam-jam sibuk (rush-hour)

Daya angkut 1 elevator dalam 5 menit adalah :

$$M = \frac{5 \times 60 \times M}{w}$$

(2.1)

Jika 1 zone dilayani 1 elevator, maka waktu menunggu= waktu perjalanan bolak-balik elevator, jadi:

$$M = \frac{5 \times 60 \times M}{T}$$

(2.2)

2.4. Waktu perjalanan bolak-balik elevator (round trip time)

Waktu ini hanya dapat dihitung secara pendekatan sebab perjalanan elevator antar lantai pasti tidak akan mencapai kecepatan yang menjadi kemampuan elevator itu sendiri dan pada perjalanan elevator non stop, kecepatan kemampuannya baru tercapai setelah elevator bergerak beberapa lantai dulu, misalnya elevator dengan kemampuan bergerak 6m/detik baru dapat mencapai kecepatan tersebut setelah bergerak 10 lantai.

Dalam praktek, perhitungan elevator dilakukan oleh supplier elevator yang menghitung kebutuhan elevator berdasarkan data-data dari pabrik pembuatnya. Secara pendekatan, yaitu perjalanan bolak balik elevator terdiri dari:

- a. Penumpang memasuki elevator lantai dasar yang memerlukan waktu 1,5 detik per orang dan untuk elevator dengan kapasitas m orang perlu waktu 1,5 detik
- b. Pintu elevator menutup kembali 2 detik
- c. Pintu elevator membuka di setiap lantai tingkat (n-1) 2 detik
- d. Penumpang meninggalkan elevator di setiap lantai dalam 1 zone sebanyak (n-1) lantai : (n-1) x m/n-1 x 1.5 detik 1,5 detik
- e. Pintu elevator menutup kembali di setiap lantai i tingkat (.n-2) 2detik

$$\frac{2(n-1)}{2}$$

(2.3)

- f. Perjalanan bolak-balik dalam 1 zone (detik)
- g. Pintu membuka di lantai dasar (2 detik)

$$T = \frac{(2h+4s)(n-1)+s(3-4)}{m} \quad (2.4)$$

1. Beban Puncak Elevator (peak load)

Beban puncak diperhitungkan berdasarkan presentasi empiris terhadap jumlah penghuni gedung, yang diperhitungkan harus terangkat oleh elevator-elevator dalam 5 menit pertama jam-jam padat (rush-hour).

Untuk Indonesia persentasi tersebut adalah:

- a. Perkantoran 4% x jumlah penghuni gedung
- b. Flat 3% x jumlah penghuni gedung
- c. Hotel 5% x jumlah penghuni gedung

2. Efisiensi Bangunan (building efisiensi)

Effisiensi bangunan sangat tergantung luas lantai yang dipakai oleh inti gedung dimana tabung elevator ada di dalamnya besarnya rongga yang dipakai oleh tabung elevator tergantung tinggi gedung.

Secara empiris luas inti gedung adalah sekitar 5-10 x luas tabung elevator. Proyek perkantoran memerlukan luas inti yang besar daripada proyek flat.

3. perhitungan jumlah elevator jumlah elevator dalam 1 zone

Jika beban elevator dalam suatu gedung diperhitungkan sebesar P% x jumlah penghuni gedung atas dasar a" m² per orang luas lantai netto, maka beban puncak elevator:

$$L = \frac{P(a-k)n}{a''}$$

(2.5)

2.4. Spesifikasi elevator dan cara kerjanya

Menurut Juwana (2009), sebuah *elevator* atau elevator adalah transportasi vertikal kendaraan yang efisien untuk orang atau barang bergerak antar lantai dari sebuah bangunan. Mereka umumnya didukung oleh motor listrik yang baik mendorong daya tarik kabel dan sistem penyeimbang, atau pompa hidrolis cairan untuk menaikkan piston silinder. *Elevator* / elevator merupakan instalasi transportasi vertikal (tegak lurus ke atas) yang mengangkut manusia atau barang atau keduanya dalam ruang berupa tabung atau sangkar yang digerakkan oleh mesin untuk Wijiyanto., Samsudin., Kenyamanan elevator bagi kaum difabel mencapai ketinggian yang ditentukan / diinginkan.

Berdasarkan jenis penggunaannya, maka elevator dibagi 4 jenis klasifikasi:

1. Bangunan Umum–Komersil (*general purpose–commercial*)
2. Perhotelan/Penginapan (*Residential*)
3. Institusional/Perkantoran (*Institutional*)
4. Pertokoan (*Store*)

Sebagai alat transportasi vertikal, *elevator*/elevator memiliki persyaratan sebagai berikut:

1. Tidak menunggu lama (*low waiting time*)
2. Perlambatannya nyaman (*smooth and rapid*)
3. Percepatannya nyaman (*comfortable acceleration*)
4. Mempunyai kecepatan tinggi (*rapid transportation*)
5. Mempunyai pemberhentian yang otomatis (*automatic level and landing*)
6. Cepat menaikkan dan menurunkan penumpang
7. Digunakan pada bangunan dengan jumlah lantai > 4 .

Spesifikasi *Elevator* / Elevator

1. Sifat *Elevator*:

- ❖ Mempunyai kapasitas muat yang terbatas.
- ❖ Digerakkan dengan bandul.
- ❖ Membutuhkan ruangan tersendiri untuk mesin dan keretanya.

2. Elemen *Elevator*:

- ❖ *Magnetizing Landing Device*

Untuk memberhentikan kereta elevator pada tiap lantai yang dituju, dengan toleransi maksimum 5mm dari level lantai bersangkutan.

- ❖ *Buffer*

Buffer yang dipakai dari jenis *Spring Buffer* dan *Oil Buffer*, dimana bagian atas diberi lapisan karet setebal 5mm. Tiap *elevator*, minimum menggunakan 4 *buffer*, tiap *buffer* dilengkapi dengan *Safety Switch* yang dihubungkan pada panel kontrol. Panel ini diletakkan pada pondasi beton.

- ❖ *Guide Rail*

Terbuat dari profil baja T, rail harus dilapisi dengan suatu bahan pondasi beton.

❖ *Counter Weight*

Sinektika Vol.13 No.2, 2013 Rangka *counter weight* terbuat dari profil baja, isi harus seberat kereta elevator ditambah 50% kapasitas kereta yang terbuat dari besi cor.

❖ *Operating Panel*

Terbuat dari dua panel yang terletak pada kedua sisi pintu kereta. *Push button* merupakan rangkaian elektronik yang dilengkapi dengan lampu indikator dan sebagainya.

❖ *EMR (Elevator Machine Room)*

- Untuk sistem *elevator* elektrik, mesin ditempatkan di atas.
- Untuk sistem *elevator* hidrolik, mesin diletakkan di bawah.
- Penentuan letak mesin berdasarkan atas struktural dan kemudahan.

Pada sistem geared atau gearless (yang masing-masing digunakan pada instalasi gedung dengan ketinggian menengah dan tinggi), kereta elevator tergantung di ruang luncur oleh beberapa steel hoist ropes, biasanya dua puli katrol, dan sebuah bobot pengimbang (*counterweight*). Bobot kereta dan *counterweight* menghasilkan traksi yang memadai antara puli katrol dan hoist ropes sehingga puli katrol dapat menggegam hoist ropes dan bergerak serta menahan kereta tanpa selip berlebihan. Kereta dan *counterweight* bergerak sepanjang rel yang vertikal agar mereka tidak berayun-ayun.

a) Mesin Elevator “Gearless”

Mesin untuk menggerakkan elevator terletak di ruang mesin yang biasanya tepat di atas ruang luncur kereta. Untuk memasok listrik ke kereta dan menerima sinyal listrik dari kereta ini, dipergunakan sebuah kabel listrik multi-wire untuk menghubungkan ruang mesin dengan kereta. Ujung kabel yang terikat pada kereta turut bergerak dengan kereta sehingga disebut sebagai “kabel bergerak (*traveling cable*)”.

b) Jalur Elevator (*Hoistway*) dan ruang mesin di atasnya

Mesin geared memiliki motor dengan kecepatan lebih tinggi dan drive sheave dihubungkan dengan poros motor melalui gigi-gigi di kotak gigi, yang dapat mengurangi kecepatan rotasi poros motor menjadi kecepatan drive-sheave rendah. Mesin gearless memiliki motor kecepatan rendah dan puli katrol penggerak dihubungkan langsung ke poros motor.

c) Sistem pergerakan Elevator/Elevator dengan Gearless

Pada sistem hidrolik (terutama digunakan pada instalasi di gedung rendah, dengan kecepatan kereta menengah), kereta dihubungkan ke bagian atas dari piston panjang yang bergerak naik dan turun di dalam sebuah silinder. Kereta bergerak naik saat oli dipompa ke dalam silinder dari tangki oli, sehingga mendorong piston naik. Kereta turun saat oli kembali ke tangki oli. Aksi pengangkatan dapat bersifat langsung (piston terhubung ke kereta) atau roped (piston terikat ke kereta melalui rope). Pada kedua cara tersebut, pekerjaan pengangkatan yang dilakukan oleh pompa motor (energi kinetik) untuk mengangkat kereta ke elevasi yang lebih tinggi sehingga membuat kereta mampu melakukan pekerjaan (energi potensial). Transfer energi ini terjadi setiap kali kereta diangkat. Ketika kereta diturunkan, energi potensial digunakan habis dan siklus energi menjadi lengkap sudah. Gerakan naik dan turun kereta elevator dikendalikan oleh katup hidrolik.

d) Prototype of Double Front Side Elevator

Elevator atau Elevator merupakan alat transportasi secara vertical dan mempunyai prinsip dasar mekatronika yang memiliki bagian mekanik, elektronik dan sistem kontrol. Elevator sendiri sudah mengalami berbagai perubahan bentuk serta jenisnya, khususnya elevator double front side (*elevator/elevator* dengan pintu di dua muka). Suatu alat tercipta karena adanya kebutuhan, begitu juga dengan double front side elevator. Banyak perusahaan membutuhkan elevator/elevator dengan pintu di kedua sisinya, seperti hotel atau rumah sakit atau bangunan lainnya yang menuntut penggunaan elevator double front side ini.

Besarnya penggunaan *Elevator/elevator* jenis ini dikarenakan banyaknya desain bangunan yang mana menuntut efisiensi tanpa mengesampingkan fungsi dari bangunan di mana elevator itu sendiri berada atau tujuan dari penggunaan elevator itu sendiri. Seperti halnya penggunaan elevator/elevator jenis ini di

rumah sakit, yang semata demi kenyamanan pengunjung atau pasien agar dimudahkan aksesnya untuk menuju fasilitas yang diinginkan atau dokter yang ingin dirujuk, atau pada suatu hotel yang mana desain bangunan dibuat sesuai dengan tata letak ruang yang sesuai dengan fungsinya dan saling berbeda tiap lantainya.

2.5. Daya Angkut Tali Baja (Steel 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 (wayar), kemudian wayar dijalin pula menjadi satu kesatuan (strand), setelah itu beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (core = kern), sehingga membentuk tali baja dari tipe-tipe berikut:

- 6 x 19 + 1 fibre core, artinya sebuah tali baja dengan konstruksi yang terdiri dari 6 strand dan mempunyai 1 inti serat (fibre core).
- 6 x 19 seal L.W.R.C (Independent Wire Rope Centre), Steel Wire Core, dengan inti logam lunak.
- 6 x 37 + 1 fc; 6 x 36; 6 x 41 dan lain-lain

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).
- Lebih fleksibel sementara beban bengkok tidak perlu mengatasi internal stress.
- Kurang mempunyai tendensi untuk berbelit, peletakan yang tenang pada drum dan cakra, penyambungan yang lebih cepat, mudah dijepit (clip) atau dilekuk (socket).
- Wire (wayar) yang patah sesudah pemakaian yang lama tidak menonjol, berarti lebih aman dalam pengangkatan, juga tidak akan merusak wire yang berdekatan.

Tali baja dibuat dari kawat baja (steel wire) dengan ultimate strenght :

$$\Sigma b = 130 \text{ kg/mm}^2 \text{ (Sumber : Pesawat-pesawat Pengangkat, 1995)}$$

Tali baja biasanya dioperasikan pada excavator crane-crane besar, keperluan pertambangan dan pengeboran. wayar (wire) dalam jalinan (strand) dan jalinan dalam tali (rope) dapat diletakkan dalam 2 arah yang berlainan, yaitu :

- Pilin kanan (reght lay)
- Pilin kiri (left lay)

Selanjutnya kita membedakan anatara :

- Regular lay (croos lay)
- Lang lay

Regular lay : wayar dipilin dalam satu arah dan strand dalam arah yang berlawanan, ini bisa disebut juga cross lay. (sesuai dengan kontruksi) lang lay : dalam tipe ini wayar dan strand dipilin dalam arah yang sama, ini disebut juga paralel lay.

Dalam menentukan kekuatan angkat suatu tali baja harus dipergunakan hitungan rasional sehingga diperoleh rumus sebagai berikut (Pesawat-pesawat Pengangkat,1995)

$$\Sigma\sigma = \sigma_b/K = S_s/A_t + d E'/D_{min}/D_t$$

(2.6)

Jadi $E' = 800.000 \text{ (kg/cm}^2) = 8.000 \text{ (kg/mm}^2)$ (Sumber : Pesawat-pesawat Pengangkat,1995)

Bardasarkan hasil pengujian yang berulang-ulang maka didapatkan harga kekuatan tali baja baru yang tertera pada table dibawah ini :

Tabel 2.1 Spek Tali Baja yang dijual dipasaran

Serikat Perusahaan dan Perdagangan		Ditetapkan April 1929		Lemb. Ker. Insinyur ²	
Komisi Besar Untuk Normalisasi di Negri Belanda					
Tipe		6 x 19 = 114			
D	d	G	S (ton) untuk σ (kg/mm ²)		
			130 – 140	150 - 160	170 - 180
6	0,4	0,18	1,8	2,16	2,43
7	0,45	0,2	2,4	2,73	3,06
8	0,5	0,23	2,9	3,38	3,4
9	0,6	0,3	4,2	4,48	5,45
11	0,7	0,4	5,7	6,6	7,42

12	0,8	0,52	7,4	8,55	9,7
14	0,9	0,68	9,4	10	12,3
15	1	0,82	11,6	13,45	15,2
17	1,1	1.02	14,1	16,5	18,3

(Sumber : Pesawat-pesawat Pengangkat,1995)

2.5.1. Koefisien Keamanan Tali Baja

Harga K ditentukan dari pengamatan dari tali baja yang akan dijadikan pedoman untuk pembacaan tabel yang ada di bawah ini :

Tabel 2.2 Kontruksi Tali Baja

kontruksi keamanan tali K	Kontruksi Tali Baja							
	6x19=144+1c		6x37=222+1c		6x61=366+1c		18x19=342+1c	
	Cross	lang	cross	lang	cross	lang	cross	regular
	jumlah wayar yang patah setiap jarak t (pitch)							
1 s/d 2	4	2	14	3	28	10	28	14
2 s/d 3	6	3	16	5	30	12	30	15
3 s/d 4	8	4	18	7	32	14	32	16
4 s/d 5	10	5	20	9	34	16	34	17
5 s/d 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6 s/d 7	14	7	26	13	38	19	38	19

(Sumber : Pesawat-pesawat Pengangkat,1995)

2.5.2. Kelelahan Tali Baja

Bertolak dari kenyataan bahwa kerusakan tali baja adalah karena kelelahan bahan, sehingga telah ditemukan cara menentukan daya tahan tali baja yang dikembangkan pada Hammer and Sickle Works. Tali dari berbagai kontruksi dengan diameter 3 s/d 28 mm dites pada 3 mesin khusus untuk mendapatkan faktor-faktor metalurgis, produksi, rancangan dan oprasional yang memberi efek kepada kekuatan tali. Bila menghitung ketahanan suatu tali maka kita harus tahu NB (Number of Repeated Bend) yang diizinkan selama periode pengoperasiannya.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti pada penentuan umur tali baja maka harus dibantu oleh tabel dan grafik, sehingga dapat menentukan NB yang diizinkan (z_1) dengan memakai rumus :

$$z_1 = a.z_2.U.\beta \quad (2.7)$$

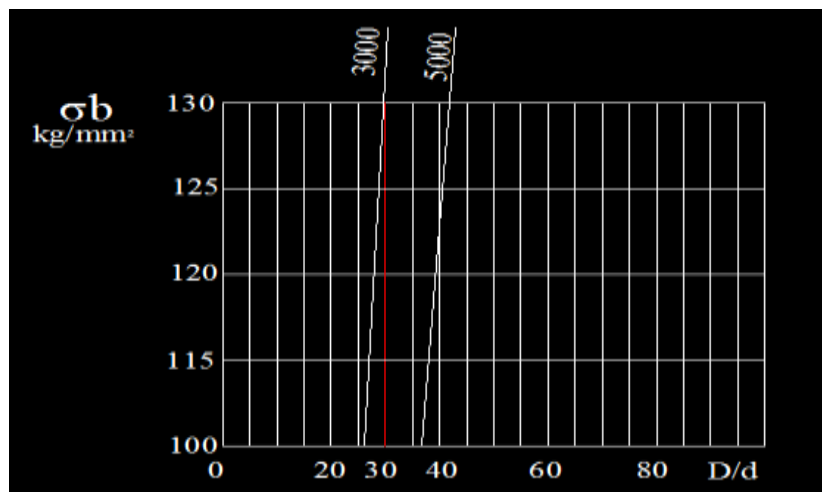
Harga-harga a, z_2 dan β diberikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Penentuan Harga a, z_2 dan β

Kondisi oprasi dari mekanisme pengangkat		Oprasi harian (i)	Hari kerja / bulan	Jumlah rata-rata siklus kerja per hari	a	Mode suspensi	z_2	Tinggi angka (h=m) pada NB unntuk 1=1(m) dan 1,=2(m)		β
Manual		8	25	16	400	suspensi sederhana	2	-		0,7
Penggerak mesin	Kerja ringan	8	25	40	1000	suspensi dengan cakra bebas	4	2		0,5
	Kerja sedang	16	25	136	3400	cakra berganda dengan ratio	2x2	3	2	0,4
							2x3	5	3	0,3
	Kerja berat	24	30	320	9600		2x4	7	4	0,3
2x5							9	5	0,2	

(Sumber : Pesawat-pesawat Pengangkat,1995)

Harga z_1 diperoleh dari pembacaan diagram penentuan bengkakan berulang atau $NB=z_1$, tabel tersebut tertera di bawah ini :



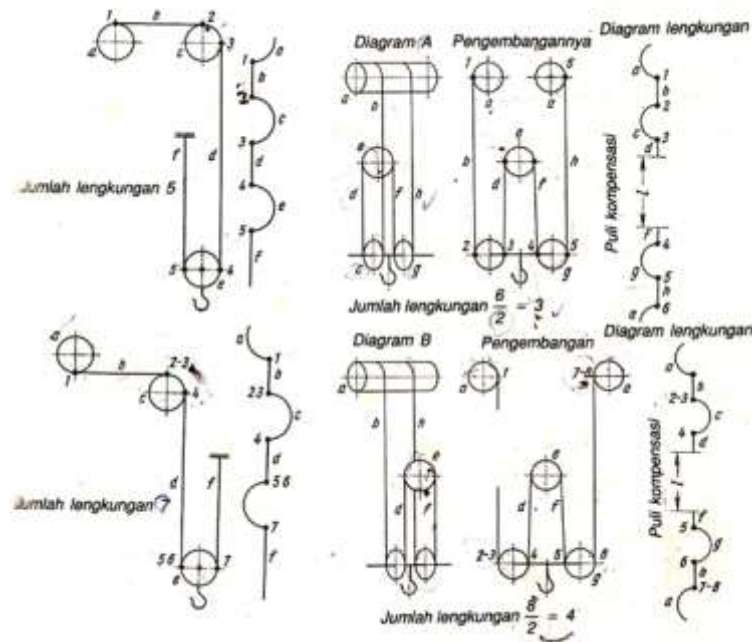
Gambar 2.2 Grafik NB Tali Baja (Pesawat-pesawat Pengangkat,1995)

2.6 Kekulatan Tali Baja

Pada umumnya setiap tali hanya dapat mengalami lengkungan tertentu sepanjang umur pakai, sejumlah lengkungan tertentu yang telah melewati batas ini

akan rusak dengan cepat. Umur tali dapat di tentukan dengan memakai perbandingan $\frac{D_{min}}{d}$ (D_{min} adalah diameter minimum puli atau drum dan d adalah diameter tali) dan $\frac{D_{min}}{\delta}$ (δ adalah diameter kawat pada tali).

Lengkungan berbalik yakni menuju arah berlawanan dengan lengkungan yang sebenarnya mengurangi umur tali sebanyak setengahnya. Jumlah lengkungan yang di tentukan oleh jumlah titik (puli atau drum) tempat tali lewat, lengkungan dalam satu arah pada titik tersebut setara dengan lengkungan tunggal dan lengkungan variabel setara dengan lengkungan ganda sistem puli yang banyak digunakan dan jumlah lengkungan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Menentukan Jumlah Lengkungan Tali dengan Satu Puli Bergerak dan Puli Majemuk

Untuk memperoleh umur tali yang seragam pengaruh jumlah lengkungan harus dikompensasikan dengan satu perubahan pada perbandingan $\frac{D_{min}}{d}$ dengan menyatakan diameter tali dengan rumus :

$$d = 1,5 \delta \sqrt{i} \quad (2.8)$$

Diperoleh :

$$\text{Jumlah Lengkungan} = \frac{D_{min}}{1,5 \delta \sqrt{i}}$$

Dengan :

δ = diameter satu kawat

i = jumlah kawat dalam tali

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

$$\sigma_{\varepsilon} = \frac{\sigma_b}{K} = \frac{s}{F} + \frac{\delta E}{D_{\min}}$$

(2.9)

Dimana, $E = \frac{3}{8} 2.100.000 \sim 800.000 \text{ kg/cm}^2$.

Pada tali yang sering dipakai pada mesin pengangkat (kecuali tali pintalan kompon), misalnya tali dengan 114, 222, dan 342 buah kawat menjadi :

$$F_{(114)} = \frac{s}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}}} 50.000 \quad (2.10)$$

$$F_{(222)} = \frac{s}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}}} 56.000 \quad (2.11)$$

$$F_{(342)} = \frac{s}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}}} 29.000 \quad (2.12)$$

Maka diperoleh rumus dengan memilih tali menurut kekuatan putusnya P pada penampang total tali sebagai berikut :

$$F_{(114)} = \frac{s \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}}} 50.000 \quad (2.13)$$

$$F_{(222)} = \frac{s \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}}} 36.000 \quad (2.14)$$

$$F_{(342)} = \frac{s \cdot \sigma_b}{\frac{\sigma_b}{k} - \frac{d}{D_{\min}}} 29.000 \quad (2.15)$$

Tarikan kerja maksimum pada bagian tali dari sistim puli beban S_w dapat dihitung dengan rumus :

$$S_w = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} \quad (2.16)$$

η_1 = efisiensi yang di sebabkan kerugian tali akibat kekuatannya ketika menggulung pada drum yang diizinkan didapat dari rumus :

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot D \quad (2.17)$$

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat penelitian dilakukan di Medan Mall Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing dengan jadwal sebagai berikut :

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Uraian kegiatan	Waktu kegiatan (Bulan)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Pengajuan Judul									
2	Studi Literatur									
3	Survey									
4	Pengolahan Data/Analisa									
5	Penulisan Laporan									
6	Seminar Hasil									
7	Sidang Sarjana									

Tapahan yang dilakukan dalam penelitian di lapangan

1. Melakukan wawancara pada staf khususnya bagian teknis elevator
2. Memperhatikan cara kerja elevator dari lantai satu sampai lantai 4
3. Melakukan pendataan sesuai dengan kebutuhan dalam penelitian
4. Melakukan pengolahan data/analisa

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan yang akan diuji adalah Elevator pada Swalan Medan Mall



Gambar 3.1. Elevator Swalayan Medan Mall

3.2.2. Alat

1. Peralatan Pendukung (Alat ukur)

Berikut ada beberapa alat pendukung dalam pengujian uji kinerja mesin ini adalah:

1. Stopwatch

Merk : Alba

Type: SW01-X001

Alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam suatu kegiatan percobaan.



Gambar 3.2. Stopwatch

2. Multi Meter

Merk : Masda MF-124

Type : Analog

Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik (volt), hambatan (ohm), maupun arus (ampere).



Gambar 3.3. Multi Meter

3. Kwh Meter

Merk : Landis & GYR

Type : CG61

Alat yang digunakan untuk menghitung besar pemakaian daya.



Gambar 3.4. Kwh Meter

3.3. Komponen – Komponen Elevator Elevator

Pada elevator transportasi vertikal yang digunakan untuk mengangkut orang atau barang. Elevator umumnya digunakan di gedung-gedung bertingkat tinggi; biasanya lebih dari tiga atau empat lantai. Terdapat 3 jenis elevator, yaitu :

- Elevator penumpang, (passenger elevator) yang digunakan untuk mengangkut manusia.
- Elevator barang, (fright elevator) yang digunakan untuk mengangkut barang.
- Elevator dumbwaiters, yang selalu digunakan di hotel maupun restoran bertingkat, yang digunakan untuk mengantarkan barang/makanan.

Pada dasarnya komponen elevator terbagi menjadi empat bagian utama, yaitu :

1. Komponen di ruang mesin (Machine Room)
 2. Komponen di ruang luncur (Hoistway).
 3. Komponen di Kereta/ Car Elevator
 4. Komponen di luar ruang luncur pada tiap-tiap lantai.
1. Komponen Di Ruang Meisn (Machine Room)
 - a. Control System atau Control Panel (Lemari Kontrol)



Gambar 3.5. Control System atau Control Panel

Berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan kerja dari pada elevator tersebut. Permintaan baik dari luar maupun dari dalam kereta dicatat dan diolah, kemudian memberikan intruksi-intruksi agar elevator bergerak, dan berhenti sesuai dengan permintaan.

- b. Geared Machine atau Mesin Penggerak



Gambar 3.6. Geared Machine/Mesin Penggerak

Pada mesin ini perputaran dari motor penggerak ditransformasikan oleh roda gigi sehingga dari putaran motor tinggi ke putaran rendah. Pada mesin penggerak ini terdapat brake (Rem) dimana rem ini akan bekerja jika motor bergerak tidak dialiri listrik

c. Primary Velocity Tranducer/ Encoder



Gambar 3.7. Primary Velocity Tranducer/Encoder

Fungsi dari Primary Velocity Tranducer/Encoder itu sendiri adalah mendeteksi putaran motor atau kecepatan dari elevator

d. Governor



Gambar 3.8. Governor

Sendiri berfungsi sebagai alat pengaman dimana kecepatan elevator melebihi batas yang telah ditentukan dan apabila melebihi kecepatan yang telah ditentukan maka kereta akan berhenti baik oleh elektrik maupun mekanik. ini lah komponen-komponen yang ada diruang mesin (Machine Room)

e. Lalu satu komponen yang merupakan Optional yaitu ARD (Automatic Rescue Drive)

Yang berfungsi apabila sumber listrik dari PLN mendadak mati dan elevator akan berhenti disembarang tempat setelah lebih dari 15 detik maka ARD akan bekerja untuk menjalankan elevator ke lantai terdekat. Setelah elevator sampai pada lantai otomatis elevator akan mati. Elevator akan normal kembali setelah listrik PLN hidup kembali.

2. Komponen di ruang luncur (Hoistway)

Pengertian ruang luncur adalah lorong atau tempat pelintasan dimanan kereta/car elevator bergerak naik maupun bergerak turun. lubang ini harus merupakan lubang tertutup dan tidak ada hubungan langsung ke ruang keluarnya

kecuali untuk lubang dua buah elevator berdampingan. berikut komponen-komponen yang ada di ruang luncur (hoistway) :

a. Guide Rail atau Rel Pemandu



Gambar 3.9. Guide Rail

Terbuat dari profil baja khusus yang berfungsi memandu jalanya kereta (car) dan bobot pengimbang (counterweight). ukuran rel untuk kereta/car biasanya lebih besar dari pada rel bandul pengimbang/counterweight. guide rail ini terpasang tegak lurus dari dasar pit sampai dibawah slap ruang mesin.

b. Limit switch/Saklar Batas Lintas



Gambar 3.10. Limit Switch

Ada dua jenis saklar batas lintas yaitu untuk membalik arah (direction switch) dan final seitch. Bisanya komponen ini terpasang di rel kereta dipasang dibagian bawah dan dibagian atas rel yang berfungsi untuk mejaga agar kereta tidak menabrak pit atau lantai kamar mesin.

c. Vane Plate/Pelat Bendera



Gambar 3.11. Vane Plate

Dipasang di rel kereta yang berfungsi untuk mengatur pemberhentian kereta pada lantai yang dikehendaki dan mengatur pembukaan pintu pendaratan (Landing Door)

d. Landing Door/Pintu Pendaratan



Gambar 3.12. Landing Door

Terdiri dari beberapa bagian antara lain door hanger, door sill dan door panel. berfungsi untuk menutup ruang luncur dari luar. pada hall door ini dipasang alat pengaman secara seri sehingga apabila salah satu pintu terbuka maka elevator tidak akan bisa dijalankan.

e. Buffer



Gambar 3.13. Buffer

Terletak di dua tempat yaitu: satu set untuk kereta dan satu set untuk beban pengimbang /counterweight berfungsi untuk meredam tenaga kinetik kereta dan bobot pengimbang pada saat jatuh.

f. Governor Tensioner



Gambar 3.14. Governor Tensioner

Merupakan pully bandul sebagai penegang rope governor yang terletak di pit.

3. Komponen di kereta/Car Elevator

Pengertian kereta/car adalah kotak dimana penumpang naik dan dibawa naik turun. kereta ini dihubungkan langsung dengan bobot pengimbang (counterweight) dengan tali baja lewat pully penggerak di ruang mesin, adapu komponen-kompone di kereta /car elevator

a. Car door/Pintu kereta



Gambar 3.15. Car Door

Pintu kereta terdiri dari beberapa bagian antar lain: door hanger, door sill, door panel dan door mekanisme dari keempat bagian tersebut yang mengatur buka tutup pintu dan berfungsi untuk menutup kereta dari luar. Pada pintu kereta (car door) ini dipasang alat pengaman secara seri dengan pintu pendaratan/landing door sehingga apa bila pintu terbuka maka elevator tidak dapat dijalankan.

b.COP (Car Operating Panel)



Gambar 3.16. COP dan Switching Box

Ada satu atau lebih COP biasanya terletak pada sisi depan kereta (front return panel) pada panel tersebut terdapat tombol-tombol lantai dan tombol pengatur buka tutup pintu

b. Interphone



Gambar 3.17. Interphone

Biasanya terletak pada COP (pada lokasi yang mudah dicapai) yang berfungsi untuk mengadakan komunikasi(dalam keadaan tertentu) antar kereta dan kamar mesin(machine room) dan ruang control

c. Alarm Buzzer



Gambar 3.18. Alarm Buzzer

yang berfungsi untuk memberi tanda bila elevator berbeban penuh atau tanda - tanda lain

d. floor Indicator



Gamabr 3.19. Floor Indicator

Nomor petunjuk lantai dan arah jalanya kereta biasanya terletak disini atas pintu kereta (transom) atau pada COP.

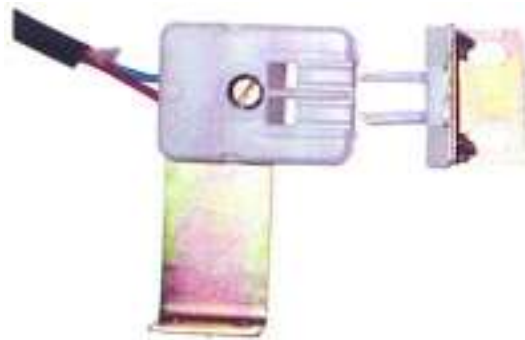
g. Lampu darurat atau Emergency light



Gambar 3.20. Lampu darurat

Biasanya terletak diatas atap kereta berfungsi untuk menerangi kereta dalam keadaan darurat (listrik mati) dengan sumberdaya battery

h. Saklar Pintu Darurat (Emergency Exit Switch)



Gambar 3.21. Saklar Pintu Darurat

Terletak pada pintu darurat diatas kereta berfungsi untuk memastikan agar kereta tidak berjalan apabila pintu darurat dibuka untuk proses penyelamatan. Pengertian kereta/car adalah kotak dimana penumpang naik dan dibawa naik turun. kereta ini dihubungkan langsung dengan bobot pengimbang (counterweight) dengan tali baja lewat pully penggerak di ruang mesin, adapu komponen-komponen di kereta /car elevator

4. Komponen di luar Ruang Luncur atau Hall

- Tombol Lantai, Tombol pemanggil kereta di lantai/ hall
- Saklar Parkir, Biasanya terletak di lobby utama didekat tombol lantai (hall button) berfungsi untuk mematikan dan menjalankan elevator.

- Saklar Kebakaran/ Fireman Switch, Biasanya terletak di Lobby utama disisi atas hall Button, berfungsi untuk mengaktifkan fungsi fireman control/ fireman operation.
- Hall indicator atau Penunjuk Lantai, Biasanya terletak di transom atau hall button pada masing-masing elevator. Berfungsi untuk mengetahui posisi masing-masing kereta.

Untuk mengetahui kapasitas elevator yang akan dirancang, maka kita harus mengetahui kondisi yang akan dilayani oleh elevator tersebut seperti jumlah keseluruhan orang pengguna elevator, waktu kritis yang tersedia.

Menurut pengamatan dilakukan pada gedung swalayan diperoleh bahwa hampir semua karyawan dan tamu swalayan memakai elevator untuk mencapai lokasi yang akan dituju. Kecuali karyawan atau tamu yang berada di lantai satu. Hal ini disebabkan karena sebagian karyawan dan tamu swalayan yang ingin naik dari lantai 1 (satu) ke lantai 2 (dua) lebih memilih menggunakan tangga dari pada antri pada jam – jam sibuk. Yaitu pada pagi hari dari jam 07.00 – 08.30 WIB. Sehingga data yang diharapkan dapat mewakili kondisi yang paling sibuk yang mungkin terjadi.

3.4. Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data, dalam penelitian ini adalah: (1) observasi, (2) dokumentasi, dan (3) wawancara. Analisis data yang digunakan adalah spesifikasi elevator pada bangunan tinggi, seperti kapasitas elevator, kecepatan elevator dengan menggunakan perhitungan elevator yaitu perhitungan elevator tabel dan grafik MEE dan perhitungan cara empirik (Poerbo,2007). Analisis elevator pada penelitian ini menggunakan dua teori perhitungan, yaitu menggunakan teori tabel dan grafik MEE dan cara empirik dari Poerbo (2007).

Dalam merencanakan dan menganalisa elevator menggunakan teori harus diketahui beberapa data-data mengenai bangunan tersebut, yaitu: fungsi bangunan, lokasi bangunan, luas atau jumlah kamar masing-masing lantai, ketinggian lantai ke lantai, jumlah lantai dan khusus untuk menganalisa harus diketahui spesifikasi elevator (kecepatan, kapasitas dan jumlah elevator) yang digunakan. Teori ini tidak ada kendala berarti, bila digunakan untuk merencanakan elevator, namun berbeda halnya bila digunakan untuk menganalisa

elevator yang ada. Adapun kendala dalam perhitungan analisisnya adalah sebagai berikut:

a. Kecepatan elevator

Pada teori tabel dan grafik MEE ini kecepatan elevator lokal maupun elevator express terbatas. Hal ini dapat diketahui dari grafik *plots of round trip time*. Kecepatan rata-rata elevator antara 250-800 fpm untuk elevator lokal dan 300-1200 fpm untuk elevator expressnya. Hal ini akan menyulitkan dalam analisis perhitungannya, karena terdapat elevator yang kecepatannya < 250 fpm dan > 800 fpm.

b. Jumlah maksimal lantai per zona

Teori perhitungan tabel dan grafik MEE ini, jumlah lantainya juga terbatas. Hal

ini dapat diketahui dari gambar 31.1, 31.2, 31.3, 31.4 dan 31.6. Jumlah lantai per zona antara 5-18 lantai. Hal ini akan menyulitkan dalam analisis perhitungannya, karena terdapat elevator yang jumlah lantainya < 5 lantai dan > 18 lantai. Oleh karena itu, untuk menghitung elevator yang > 18 lantai dalam 1 zone, yaitu dengan cara membaginya menjadi beberapa zone, dan kemudian menjumlah hasilnya *round trip time* dari zonezone tersebut.

Teori merupakan salah satu teori yang digunakan dalam merencanakan ataupun menganalisa elevator pada sebuah bangunan. Sesuai dengan namanya teori ini dikemukakan oleh Poerbo (2007). Dalam merencanakan dan menganalisa elevator menggunakan teori harus diketahui beberapa data-data mengenai bangunan tersebut, yaitu: fungsi bangunan, lokasi bangunan, luas atau jumlah kamar masing-masing lantai, ketinggian lantai ke lantai, jumlah lantai dan khusus untuk menganalisa harus diketahui spesifikasi elevator (kecepatan, kapasitas dan jumlah elevator) yang digunakan. Teori ini dapat digunakan untuk merencanakan maupun menghitung elevator tanpa ada batasan-batasan pada jumlah lantai per zona ataupun kecepatan rata-ratanya. Sehingga cocok digunakan untuk menganalisa atau merencanakan elevator lokal dengan kecepatan < 250 fpm atau > 800 fpm dan jumlah lantai lokalnya < 5 lantai atau > 18 lantai.

Dengan keterangan diatas maka dalam penelitian ini ditetapkan data sebagai berikut :

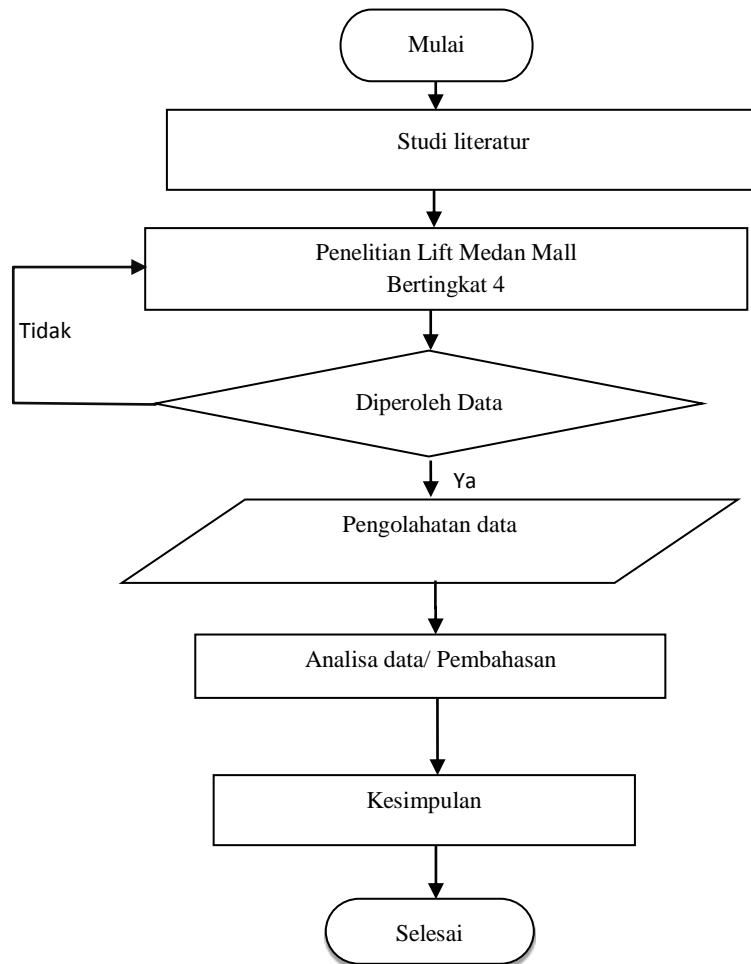
Tabel 3.2. Data Perencanaan Elevator awal

URAIAN	Keterangan
Fungsi	Elevator (Penumpang)
Kecepatan	105 mpm (1,75 m/s)
Jumlah unit elevator	4 unit elevator
Kapasitas	1000 kg
Mesin Traksi	AC-VVVF
Sistem Bukaan elevator	Center Opening (CO)
Ukuran bukaan	100 mm x 2100 mm
Ukuran Hoistway	2650 mm x 220 mm
Ukuran Overhead	5000 mm
Daya Motor Elevator (Daya output)	15,9 kw

Sumber : data Riset

3.3. Diagram Alir Eksperimen

Berikut ini diagram alir eksperimen yang ditunjukkan seperti gambar 3.1.



Gambar 3.22 Diagram Alir Eksperimen

BAB 4

PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL

4.1. Perhitungan Kapasitas Lift

Disini ditentukan selang waktu selama 20 menit untuk perhitungan waktu kritis, yaitu dimulai pukul 07.00 – 08.30 WIB. Sehingga waktu yang tersedia untuk mengangkut keseluruhan tamu adalah $30 \times 60 \text{ detik} = 1800 \text{ detik}$.

Lift yang dipakai pada swalayan tersebut berkapasitas 15 orang sebanyak 5 unit. Kemudian dilakukan perhitungan untuk membuktikan bahwa Lift dengan berkapasitas 15 orang cocok digunakan untuk swalayan. Dari waktu kritis yang tersedia, maka dihitunglah waktu yang sebenarnya dibutuhkan. Dari sini akan diketahui apakah Lift dengan kapasitas 15 orang mampu, mengangkat jumlah keseluruhan karyawan dan tamu dalam waktu kritis tersebut. Kapasitas angkat total $15 \times 50 = 750 \text{ kg}$.

Selama satu trip perjalanan (naik dari lantai dasar ke lantai tertinggi dan kembali ke lantai dasar). Lift membutuhkan waktu antara lain :

- a. Waktu untuk membuat penumpang (waktu penumpang memasuki Lift)
- b. Waktu pintu membuka dan menutup
- c. Waktu naik dari lantai terendah ke lantai tertinggi

a. Waktu muat penumpang



Gambar 4.1. Waktu masuk dan keluar Lift

Perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat penumpang ke dalam sangkar Lift diangkat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat penumpang kedalam sangkar Lift

Kapasitas (orang)	8	10	12	14	15	16	18	20
Waktu muat / detik	8	10	11	13	13,5	14	16	20

Berdasarkan tabel 4.1 di atas maka untuk memuat penumpang sebanyak 15 orang dibutuhkan waktu muat selama 13.5 detik

b. Waktu Membuka dan Menutup



Gambar 4.2. Waktu buka dan tutup Lift

Dalam menghitung waktu yang dibutuhkan Lift untuk membuka dan menutup pintu pada satu trip perjalanan terlebih dahulu harus diperkirakan berapa kali Lift tersebut berhenti selama satu trip tersebut. Perkiraan jumlah berhenti yang terjadi pada satu trip dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2. Perkiraan Berhenti

		Passenger														
		2	1	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Upper Floors Served	30	2	4	6.7	7.6	9.5	10.5	11.7	12.8	13.8	14.8	16	17.2	18.0	19.0	19.5
	28	2	3.9	6.8	7.2	9.0	10.1	11.6	12.5	13.5	14.6	15.3	16.6	17.0	18.0	18.8
	26	2	3.8	6.5	7	8.5	9.8	11.2	12.2	13.1	14.1	14.8	16.0	16.8	17.4	18.4
	24	2	3.8	6.4	6.9	8.3	8.5	10.8	11.9	12.8	13.8	14.2	15.8	16.1	16.7	17.3
	22	2	3.7	5.4	6.8	8.2	8.7	10.6	11.6	12.5	13.2	13.4	14.0	15.4	16.0	17.0
	20	2	3.7	5.3	6.7	8	8	10	11.2	12.1	12.8	11.5	13.5	14.7	15.4	16.0
	18	2	3.7	5.2	6.6	7.8	7.8	9.9	10.8	11.9	12.3	12.9	13.01	13.5	14.7	15.0
	16	2	3.6	5.1	6.5	7.6	7.6	9.5	10.3	11	10.9	12.8	12.0	13.0	14.4	13.9
	14	2	3.6	5	6.3	7.3	7.3	9	9.7	10.3	10.8	11.3	11.6	12.0	13.9	12.5
	12	2	3.5	4.9	6	7	7	8.5	9	8.5	9.9	10.2	10.5	10.8	13.0	11.3
	10	2	3.4	4.7	5.8	6.5	6.5	7.7	8.2	8.3	8.7	9.2	9.2	9.4	12.0	9.5
	8	2	3.3	4.4	5.3	6	5	6.8	7	7.3	7.5	7.6	7.7	7.8	7.8	8
	6	2	3.2	4	4.6	5.9	4	5.5	5.7	5.8	5.8	5.9	5.7	6	5.9	6
4	2	2.7	3.3	3.6	3.8	3.9	3.9	4	4	4	4	4	4	4	4	

(Sumber : Kusasi, Sarwono. 2004)

Menurut tabel 4.2 untuk gedung 4 tingkat dengan kapasitas Lift 15 orang dengan cara interpolasi diperoleh bahwa satu trip diperkirakan Lift berhenti sebanyak 7,5 kali.

Selanjutnya mengingat bahwa Lift harus berhenti pada akhir trip lantai dasar. Pada setiap kali berhenti Lift wajib membuka dan menutup pintu untuk memuat penumpang sehingga frekuensi membuka dan menutup pintu.

= Perkiraan berhenti total

= Perkiraan + satu kali berhenti di lantai dasar

= 7,5 + 1 = 8,5 kali

Selanjutnya perhitungkan waktu yang dibutuhkan untuk sekali membuka dan menutup pintu dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3. Waktu pintu menutup dan membuka

Door Type	Width In (mm)	Open (scc)	Close (scc)	Total (scc)	Transfer Inediciensy (%)
Single – Slide	36(900)	2.5	3.6	6.6	10
Two-speed	36(900)	2.1	3.3	5.9	10
Center-opening	36(900)	1.5	2.1	4.1	8

Single-slide	42(1100)	2.7	3.8	7.0	7
Two-speed	42(1100)	2.4	3.7	6.6	7
Center-opening	42(1100)	1.7	2.4	4.6	5

(Sumber : N. Rudenko,1992)

Tipe pintu yang disini adalah tipe centre – opening dengan ukuran lebar 1100 mm, sehingga berdasarkan tabel 4.3 di atas maka waktu yang dibutuhkan untuk sekali membuka dan menutup adalah 4,6 detik. Maka :

Waktu pintu membuka dan menutup

= frekuensi membuka dan menutup x waktu membuka dan menutup

= 8.5 x 4.6 detik

= 5.96 detik

c. Waktu efisien

Berdasarkan tabel 4.3 diatas untuk pintu tipe centre – opening dengan lebar 1100 mm diperoleh efesiensi sebesar 5 % dari waktu menyelesaikan satu trip waktu efisien.

= 5 % x (waktu muat + waktu membuka / menutup pintu + waktu naik + waktu turun)

= 5 / 100 x (13,5 + 39,1 + 5 + 24,5)

= 4,105 detik

d. Waktu Naik



Gambar 4.3. Lift saat Waktu Naik

Waktu naik dibutuhkan untuk naik dari satu titik ke titik berhenti ke titik berhenti lainnya dapat dicari dengan cara menghitung jarak setiap titik berhenti perkiraan jarak berhenti

$$= \frac{\text{panjang lintasan lift}}{\text{perkiraan berhenti}}$$
$$= \frac{36,75 \text{ meter}}{7,5 \text{ kali}} = 4,9 \text{ detik (5 meter)}$$

e. Waktu Turun



Gambar 4.4. Lift saat waktu turun

Waktu yang diperlukan untuk turun dari lantai tertinggi ke lantai dasar adalah:

$$= \frac{\text{panjang lintasan lift}}{\text{perkiraan berhenti}}$$
$$= \frac{36,75 \text{ meter}}{7,5 \text{ kali}}$$

= 4,9 detik (5 meter)

4.2. Perhitungan tali baja

Perhitungan dalam pemilihan dan perhitungan tali baja meliputi :

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

4.2.1. Bahan tali baja

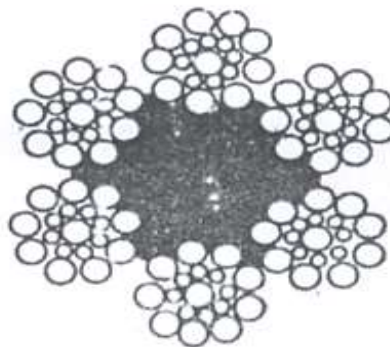
Penggunaan tali baja Lift merupakan kebutuhan primer karena pada titik inilah sangkar penumpang yang akan diangkat tergantung

Berbagai yang menjadi penyebab dipilihnya tali baja sebagai peralatan pengangkat dari perhitungan ini yaitu :

- a. Lebih ringan dibandingkan rantai
- b. Lebih tahan terhadap sentakan
- c. Operasi tenang walaupun dalam kecepatan tinggi
- d. Menunjukkan tanda – tanda bila akan putus

Secara kenyataan yang terjadi bahwa kerusakan tali dapat mengakibatkan kelelahan bahan dan setiap kali hanya dapat mengalami kelengkungan dalam jumlah tertentu. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan tali baja ukuran puli atau drum, konstruksi dan umur pakai tali.

Pada perhitungan ini tali baja yang digunakan adalah baja karbon tinggi JLS G 3521 dengan kekuatan putus (σ_b) = 160 kg/mm².....(syamsir A hal 31)



Gambar 4.5. Penampang tali baja

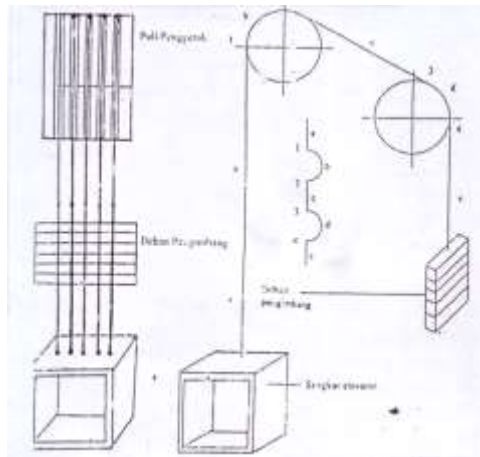
4.2.2. Luas Perhitungan Tali Baja

Sebelum menghitung luas penampang tali baja, terlebih dahulu melakukan perhitungan kekuatan putus tali baja yang akan digunakan.

Jumlah lengkungan yang terdapat pada peralatan pengangkutan

NB = 4 buah (lihat gambar)

Sehingga $\frac{D_{\min}}{d} = 25$



Maka dengan mengambil desain tali dengan jumlah kawat $I = 222 (6 \times 37 + 1 e)$. Maka luas penampang tali dapat dihitung sebagai berikut : (Rudenko hal 39)

$$F_{222} = \frac{c}{\sigma b / k^{-d} / D_{\min}^{x36000}} \frac{c}{\sigma b / k^{-d} / D_{\min}^{x36000}} \quad 4.1$$

Dimana :

σb = Kekuatan putus kawat baja (160 kg/mm^2)

K = Faktor keamanan penampang ($7.9 - 12$)

S = Tegangan tarik untuk satu kali

Berdasarkan survey yang dilakukan disini dipakai 5 tali baja sehingga tegangan tali untuk satu tali baja adalah : (Rudenko 41)

$$S = \frac{Q_{\text{maksimum}} / 5}{\eta \times \eta \times \eta_1} \quad 4.2$$

Dimana :

Q_{total} = beban total

= $G_s + Q$

G_s = bobot sangkar = 650 orang

Q = kapasitas Lift = 15 orang

= $750 (1 \text{ orang diasumsikan beratnya } 50 \text{ kg})$

= $650 + 750$

= 1400 kg

n = Jumlah bagian asumsi (tali penyangga : 3)

η = Efisiensi puli ($0,945$)

η^1 = Efisiensi akibat kerugian karena kekuatan tali pada saat menggulung

Pada puli penggerak 0.98 (diasumsi)

Maka :

$$S = \frac{1400/5}{3 \times 0.95 \times 0.98}$$
$$= 100,78 \text{ kg}$$

Sehingga luas penampang tali baja adalah :

$$F_{222} = \frac{100,78}{16000/9,5^{-1} \times 25 \times 36000}$$
$$= 0.5 \text{ mm}$$

4.2.3. Diameter tali baja

Diameter tali baja dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \times F_{222}}{\pi \times i}} \quad 4.3$$

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \times 0,5}{3,14 \times 222}}$$
$$= 11.89$$

Selanjutnya diameter tali baja dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$d = 1.5 \times \delta \sqrt{i}$$
$$= 1.5 \times 11.89 \sqrt{222}$$
$$= 265.73 \text{ mm}$$

Berdasarkan standarisasi tali baja maka tali baja dipilih disesuaikan menurut standar berikut :

Diameter (d) = 14.2 mm (sesuai dengan tabel)

Berat permeter = 0.890 kg7

Kekuatan patah actual = 13600 kg / mm²

4.2.4. Perhitungan Kekuatan dan Umur Tali Baja



Gambar 4.6. Tali Baja

Tali baja diperiksa terhadap tarikan yang terjadi untuk mengetahui kondisi aman tidaknya konstruksi Lift yang dirancang. Perhitungan aman jika tegangan tarik yang terjadi lebih kecil dari tegangan tarik yang diijinkan ($S < S_{max}$)

Jumlah NB = 9, maka

$$\frac{D_{min}}{d} = \frac{d}{D_{min}} = \frac{1}{32}$$

Jenis tali yang digunakan adalah $6 \times 37 = 222 \text{ t } 1 \text{ c}$

Maka :

$$F_{(222)} = \frac{842,10 \text{ kg}}{\frac{18000 \text{ kg/cm}^2}{5,5} - \left(\frac{1}{32} \times 36000 \right)} \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} F_{(222)} &= \frac{842,10 \text{ kg}}{247,7 \text{ kg/cm}^2} \\ &= 1,7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Kekuatan putus pada penampang total tali adalah (menurut persamaan 2.5)

$$P_{(222)} = \frac{S \cdot Ob}{\frac{Ob}{K} - \frac{d}{D_{min}} \times 36000} \quad (4.5)$$

$$= \frac{842,10 \text{ kg} \times 18000 \text{ kg/cm}^2}{\frac{18000 \text{ kg/cm}^2}{5,5} - \left(\frac{1}{32} \times 36000 \right)}$$

$$= 30991,8 \text{ kg}$$

Diameter Wayar (δ) (muin 1990,63)

$$\delta = \sqrt{\frac{4.F}{\pi.i}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,7}{3,14 \times 222}} = 0,1 \text{ cm}$$

Diameter tali (d) (menurut persamaan 2.1)

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

dengan :

$$\delta = \text{diameter satu wayar adalah } 0.1 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi } d = 1,5 \times 0,1 \sqrt{222}$$

$$= 2,23 \text{ cm (karena pada tabel tidak ada diameter tali } 22,3 \text{ mm diambil } 24 \text{ mm)}$$

Tegangan dari satu wayar dapat dihitung dengan rumus (shigley, 1994,358)

$$\delta = t \frac{dw}{D}$$

Dengan :

$$\delta = \text{tegangan pada satu wayar}$$

$$t = \text{modulus elastis (} 800.000 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

$$dw = \text{diameter wayar}$$

$$D = \text{diameter puli}$$

Jadi tegangan yang diterima satu wayar

$$\delta = 800.000 \text{ kg/cm}^2 \frac{0,1 \text{ cm}}{44 \text{ cm}}$$

$$= 1818,2 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tali saat dalam keadaan berbeban (menurut pers.2.2)

$$\delta_{\Sigma} = \frac{\delta b}{k} = \frac{s}{f} t \frac{\delta E}{D \min}$$

Dengan:

δb = tegangan patah (kg / cm²)

k = faktor keamanan

s = tarikan tali

t = luas penampang tali

Dmin = Diameter minimum puli atau drum

E¹ = 3/8 (E) = Modulus elastis tali yang dikoreksi

E = Modulus elastis tali = 800.000 (kg/cm²)

Jadi E¹ = 300.000 (kg/cm²)

Maka

$$\begin{aligned} \delta_{\Sigma} &= \frac{3697,8 \text{ kg}}{1,7 \text{ cm}} + 0,10 \times \frac{0,1 \times 300.000 \text{ kg/cm}^2}{32} \\ &= 3112,7 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tarikan maksimum yang diizinkan pada tali (s) dengan persamaan :

$$S = \frac{P}{k}$$

P = kekuatan putus tali sebenarnya

K = Faktor keamanan

Maka :

$$\begin{aligned} S &= \frac{30991,8 \text{ kg}}{5,5} \\ &= 5634,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tegangan tarik atau tekan yang terjadi ketika membengkokkan kawat lurus pada serat yang keluar (menurut pers. 2.8)

$$\delta_t = \pm E \frac{\delta}{D \min}$$

$$\begin{aligned} \delta_t &= \pm 800.000 \text{ kg/cm}^2 \frac{0,1 \text{ cm}}{32} \\ &= 2500 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tekanan tali ke alur puli yang menyebabkan keausan (sighley , 1994,360)

$$\rho = \frac{2F}{dD}$$

Dengan:

E = gaya tarik tali

d = diameter tali

D = diameter puli

Maka tekanan yang terjadi:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{2 \times 3697,8 \text{ kg}}{2,4 \text{ cm} \times 44 \text{ cm}} \\ &= 70,03 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tarikan ρ pada satu bagian tali (Rudento, 1996,82)

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{Q}{4\pi} \\ &= \frac{Q}{4\pi} = \frac{11000}{4 \times 0,906} \\ &= 3035,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tegangan tarik yang diizinkan ($\delta \tau$) (menurut pers.2.2)

$$(\delta \tau) = \frac{\delta \cdot b}{k} = \frac{180 \text{ kg/mm}^2}{5,5} = 32,7 \text{ kg/mm}^2$$

Kekuatan tarik sebenarnya pada tali baja (δ) (Muin,1990,142)

$$\delta = \frac{P}{E} = \frac{3055,3 \text{ kg}}{170 \text{ mm}^2} = 17,9 \text{ kg/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka kekuatan tali yang diizinkan $32,7 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan kekuatan tali yang telah sebenarnya pada tali baja $17,9 \text{ kg/mm}^2$ maka tali baja aman digunakan.

Tabel 4.4. Harga Faktor C

Kg/ mm ²	KONSTRUKSI TALI									
	6x7 = 49 dan satu poros		6x19=114 dan satu as						6x7 = 49 dan satu poros	
			Biasa		Warrington		Seale			
	Posisi berpottongan	Posisi sejajar	Posisi berpottongan	Posisi sejajar	Posisi berpottongan	Posisi sejajar	Posisi berpottongan	Posisi sejajar	Posisi berpottongan	Posisi sejajar
130	1,31	1,1	1,08	0,9	0,669	0,6	0,81	0,6	1,12	0,9
160	1,22	3	1,00	1	0,63	1	0,75	9	1,06	9
180	1,16	1,0	0,95	0,8	0,59	0,5	0,70	0,6	1,02	0,9
		4		3		4		2		3
		0,9		0,7		0,5		0,5		0,8
		8		8		0		7		9

(Sumber : Rudenko, 1996)

Tabel 4.5 Faktor C₁ (tergantung diameter tali)

Diameter tali	Kurang dari 5	5,5 – 8	8,5- 10	11- 14	15- 17.5	18- 19	19,5- 24	25- 28	30- 34.5	37- 43.5
C ₁	0,83	0,85	0,89	0,93	0,97	1,00	1,04	1,09	116	1,24

(Sumber : N. Rudenko, 1996)

Tabel 4.6.a. Faktor C₂ (tergantung bahan wayar tali)

Bahan serabut tali	C ₂
Baja karbon : 0,55 % C; 57%Mn;0,25% Si ; 0,09%Ni;0,08%Cr;0,02% s dan n 0,02 %P.....	1
Baja karbon : 0,70%C;61%Mn; 0,09%Si;0,021%S s da 0,028% P.....	0,9
Cromium pearlitic: 0,40% C; 0,52%Mn;0,25%Si;0,2%Ni1,1 Cr;0,025 % s dan 0.025 % P.....	1,37
Baja stainless 0,09% C; 35 % Mn;0,3%Si;8,7%Ni;17,4Cr;0,025S dan 0,02 P.....	0,67
Ordinary open – Heart biasa.....	1
	0,63

Open heart yang dilebur dengan arang besi dan dibersihkan dengan skrup.....	1
Serat yang terbuat dari batang logam seluruhnya.....	0,92
Serat yang terbuat dari batang logam sebagian.....	

(Sumber : N. Rudenko, 1996)

Tabel 4.7.b Faktor C₂ (tergantung proses pembuatan)

Operasi	Perlakuan	C ₂		
Penggambaran	Gambar kasar -25%.....	1		
	Gambar kasar -10%.....	0,93		
	Permukaan biasa.....	1		
	Digosok.....	0,89		
	Proses perlakuan pemberian panas	Direndam pada bak dingin.....	1	
		Normalizing.....	1,08	
		Air hardening.....	1,1	
Anneling.....		1,15		
Proses jaringan	POSISI SERAT			
	Jaringan pada tali	Serat pada jaringan		
		Posisi pertama	Posisi kedua	
	1,8 d tali	10,2 d serat	12,1 d serat	1
	6,7 d tali	10,2 d serat	12,1 d serat	1,13
	8,8 d tali	10,2 d serat	12,1 d serat	1,06
	8,8	12,0 d serat	14,0 d serat	0,91
	6,7 d tali	8,3 d serat	7,9 d serat	1,18
	6,9 d tali	25,0 d serat	6,9 d serat	0,72
	Satu jaringan	Diberi pasilin	Rami...	1
			Katun...	1,11
			Manila...	0,82
			Sisal...	0,82
			Baja....	1,36
	Satu jaringan	Tanpa Diberi pasilin	Rami...	1,15
Katun...			1,46	
Manila...			1,0	
Sisal...			0,82	
Baja....			1,36	
Tiga jaringan	dilapisi pasilin	Rami...	1,06	
		Sisal...	0,74	
Proses tambahan	Serat dan tali yang kuat		0,89	
	Tali pratekan.....		0,93	

(Sumber : N. Rudenko, 1996)

Tabel 4.8 Faktor C₂ (tergantung pada faktor operasi)

FAKTOR OPERASI	INDIKASI	C ₂
Bahan puli	Besi tuang.....	1
	Duralumin	0,92
	Tenun berlapis.....	0,80
Jari – jari puli	0,52 d tali.....	1
	0,75.....	1,16
	R =.....	1,27
	Alur V 40	1,26
Keadaan lengkungan puli	Satu lengkungan.....	1
	Banyak lengkungan.....	1,4
Sudut kontak tali pada puli	180.....	1
	90.....	1,14
	45.....	1,27
Sudut defleksi tali relatif terhadap bidang normal as puli atau drum (sudut)	0 ⁰	1
	1 ⁰ 30.....	1,009
	3 ⁰	1,16
	5 ⁰	1,22
Temperatur sekitar	+ 20 ⁰ C.....	1
	0 ⁰ C.....	0,9
	-20 ⁰ C.....	0,83

(Sumber : N. Rudenko, 1996)

Faktor m:

$$m : 5555555 \frac{A}{\delta C C_1 C_2}$$

$$m : \frac{\frac{D}{d} - 8}{\delta C C_1 C_2} = \frac{32}{17,9 \times 0,89 \times 1,04 \times 1} = \frac{26}{18,2} = 1,4 \text{ mm}$$

Tabel 4.9 Faktor m

z dalam ribuan	30	50	70	90	110	130	150	
m	0,26	0,41	0,56	0,70	0,83	0,95	1,07	
z dalam ribuan	170	190	210	230	255	280	310	340
m	1,18	1,29	1,40	1,50	1,62	1,74	1,87	2,00
z dalam ribuan	370	340	450	500	550	600	650	700
m	2,12	2,27	2,42	2,60	2,77	3,10	3,10	3,17

(Sumber : N. Rudenko, 1996)

Berdasarkan tabel 4.7 faktor m

Maka diperoleh Z5

$$Z = \frac{280.000}{1,74} \times 1,4$$

$$Z = 225287,4$$

Maka umur tali dapat dihitung (N)(Rudento 1996, 83)

$$N = \frac{z}{a \times Zz \times \beta \times \phi}$$

Dimana :

N = Umur tali

a = Jumlah siklus rata – rata perbulan

Zz = jumlah lengkungan waktu mengangkat dan menurunkan beban

β = faktor perubahan daya tahan tali akibat mengangkat muatan lebih rendah dari tinggi total dan lebih ringan dari muatan penuh.

Tabel 4.10. Harga a, z2, dan β

Kondisi mesin	Pengoperasian perangkat	Operasi harian.jam	Hari kerja perbulan	Jumlah siklus per hari	a	Mode bebas	suspensi	Z ₂	Tinggi h beban diangkat pada jumlah lengkungan tali	β
Digerakkan tangan		8	25	16	400	suspensi	Sederhana	2		0,7
Digerakkan daya	Peralatan ringan	8	25	40	1000	Beberapa puli dengan rasio	Dengan bebas	4	2	0,5
	Peralatan medium berat dan sangat berat	16	25	136	3400		2x2	2	2	0,4
							2x2	5	3	0,3
							2x4	7	4	0,25
2x5	9	5	0,2							

(Sumber : N. Rudenko 1996)

$$a = 3400$$

$$Zz = 5$$

$$\beta = 0,3$$

Tabel 4.11 Tali untuk crane dan pengangkat

Faktor Mula – mula Keamanan Tali terhadap tegangan	KONSTRUKSI TALI							
	6x9 = 114 + 1 C		6 x 37= 222 + 1C		6x9 = 336 + 1 c		18 x 17 = 342 + 1 c	
	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar
	JUMLAH SERAT YANG PATAH PADA PANJANG TERTENTU SETELAH TALI DIBUANG							
Kurang 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6-7	14	7	26	13	38	19	38	19
Diatas7	16	8	30	15	40	20	40	20

(Sumber : N. Rudenko 1996)

Maka :

$$N = \frac{z}{a Z_z B Q} = \frac{225287,4}{3400 \times 5 \times 0,3 \times 2,5} = 17,7 \text{ bulan}$$

Jumlah lengkungan berulang yang membuat tali lemah adalah (Menurut pers.2.15)

$$\begin{aligned} Z &= a \times Z_z \times N \times \beta \times Q \\ &= 3400 \times 5 \times 17,7 \times 0,3 \times 2,5 \\ &= 225675 \text{ lengkungan} \end{aligned}$$

Jumlah lengkungan berulang Z_1 yang diperbolehkan (menurut 2.13)

$$\begin{aligned} Z_1 &= a Z_z N \beta \\ &= 3400 \times 5 \times 17,7 \times 0,3 \\ &= 90270 \text{ lengkungan} \end{aligned}$$

4.3 Perhitungan Puli

Puli berfungsi untuk penuntun arah tali baja pada perhitungan puli hal – hal yang perlu diuperhitungkan adalah :

1. Diameter puli
2. Diameter Poros Puli
3. Pemeriksaan tekanan pada alur puli oleh tali

$$P = \frac{Q}{L \times d}$$

Dimana :

P = Tekanan bidang pada puli yang tergantung pada kecepatan keliling permukaan. Tekanan ini tidak boleh melebihi harga – harga yang tertera pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Tekanan Bidang Pada Puli

V (m/s)	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 kg/cm ²	75	70	66	62	60	57	55	54	53	52	51	50	49	48	47

(Sumber : N. Rudenko 1996)

Ukuran kecepatan $V + 1.5 \text{ m/s}$ diperoleh $P = 47 \text{ kg / cm}^2$

L = Panjang bus puli (cm)

$$= (1.5 - 1.8) d$$

Q = Beban total

= Kapasitas Lift + berat bobot pengimbang + berat sangkar

Berat pengimbang = Berat sangkar + 0.5 (kapasitas)

$$= 750 + 0.5 (750 \text{ kg})$$

$$= 1025 \text{ kg}$$

$$Q = 750 \text{ kg} + 650 \text{ kg} + 1025 \text{ kg}$$

$$= 2425 \text{ kg}$$

$$P = \frac{Q}{L \times d}$$

$$47 = \frac{2425}{(1.8d) \times d}$$

$$d^2 = \frac{2425}{(1.8) \times 47} = 28.66$$

$$d = \sqrt{28,66}$$

$$= 5.83 \text{ cm} = 58.3 \text{ mm} = 60 \text{ mm (Standarisasi)}$$

Berdasarkan standarisasi diameter poros, puli penggerak yang dipergunakan adalah sebesar 60 mm. poros puli penggerak dipilih bahan baja karbon S 55 C– D JIS G 3123 yang memiliki tegangan tarik ijin $\sigma_b = 85 \text{ kg/mm}^2$

4.4. Pemeriksaan Tekanan Pada Alur Puli Oleh Tali

Tekanan alur puli diasumsi terdistribusi secara merata ke seluruh permukaan kontak antara tali baja dengan alur puli. Besarnya tekanan tersebut dapat dihitung dari persamaan di bawah ini:

$$P_1 = \frac{2 \times S}{D \times d} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

S = Tegangan yang terjadi pada tali (kg)

D = Diameter Puli ($D = 355 \text{ mm}$) dipilih

d = Diameter tali ($d = 14.2 \text{ mm}$)

maka :

$$P_1 = \frac{2 \times 122.38}{374 \times 14.97} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$= 0,043 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Agar perhitungan aman maka tekanan yang terjadi pada alur puli harus lebih kecil dari tekanan ijin, tekanan ijin pada alur puli dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{\sigma_i}{K}$$

σ_i = kekuatan tarik bahan puli
 = 17 kg/mm² (Besi kor kelabu JIS G 5501 FC 20)
 K = Faktor keamanan Lift (K = 9.5)

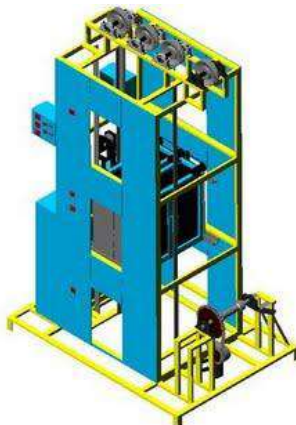
Maka :

$$P = \frac{17}{9,5}$$

$$= 1.79 \text{ kg/mm}^2$$

Dari perhitungan sebelumnya telah diperoleh tekanan pada alur puli sebesar $P_1 = 0.049 \text{ kg/mm}$, sedangkan tegangan ijin alur pada puli $P = 1.79 \text{ kg/mm}^2$ sehingga alur puli aman terhadap tekanan yang terjadi.

Prototype of double front side Elevator merupakan simulasi salah satu jenis dari alat angkutan vertical (Elevator) yang sudah dimodifikasi. Alat angkutan yang digunakan untuk mengangkut orang pada suatu gedung bertingkat. Alat ini memiliki 2 pintu pada sisi yang satu begitu juga pada sisi sebaliknya.



Gambar 4.8 *Prototype of double front side Elevator*

Sensor yang digunakan menggunakan limit switch pada tiap lantainya. Pada sensor pintu juga menggunakan limit switch pada posisi minimal (menutup) dan posisi maksimal (membuka). Untuk sensor beban juga menggunakan 2 buah

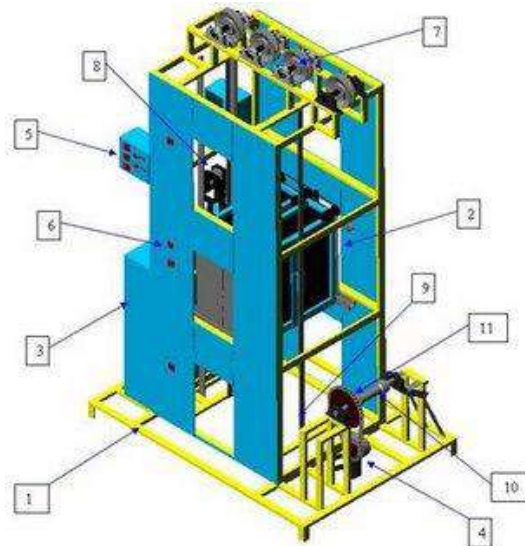
sensor limit switch. Pada penggerak Elevator menggunakan Motor DC 12-24V 5A dengan Roda gigi didalamnya sedangkan untuk penggerak pada pintu kami juga menggunakan 2 buah Motor DC 12V. *Control* utama *Prototype* ini menggunakan PLC CPM1A 30 I/O dengan 20 I/O tambahan.

Sistematik Cara Kerja Rangkaian

Car-elevator akan bergerak naik atau turun apabila tombol *Car-Call* yaitu tombol yang terdapat pada panel di dalam car ditekan, atau *Hall-Call* yaitu tombol panggil car-elevator yang terdapat di setiap lantai ditekan. PLC akan mengeksekusi perintah pemanggilan car-elevator setelah mendapatkan sinyal dari tombol tersebut. Eksekusi ini berupa pergerakan motor utama untuk menarik car-elevator naik-atau turun (motor utama akan berputar dengan arah putar searah jarum jam atau sebaliknya) dengan memperhatikan prioritas penyelesaian sekuensialnya. Di mana contohnya ketika elevator sedang bergerak naik ke lantai 3 setelah melewati lantai 2, *car-elevator* tidak akan bergerak turun, namun akan menuju lantai 3 untuk menyelesaikan sekuensialnya dan kemudian baru akan kembali ke lantai 2. Dengan adanya dua sisi muka pintu, maka aktifnya pintu mana yang akan membuka ditentukan oleh di sisi mana tombol ditekan di tiap lantai. Adapun kekhususan dari program PLC untuk aplikasi elevator ini adalah:

- a. Adanya lampu indicator kondisi *Car-Elevator* saat bergerak ada di posisi lantai berapa
- b. Adanya sensor *Infra Red* untuk mendeteksi adanya objek yang menghalangi untuk pintu menutup dengan menggunakan *laser*.
- c. Adanya sensor berat untuk mendeteksi kelebihan beban yang diangkut, sehingga jika sensor ini aktif, maka elevator tidak akan bisa beroperasi sebelum beban dikurangi, sensor berat menggunakan 2 buah limit switch.
- d. Adanya limit switch pintu membuka minimal dan maksimal pada berfungsi untuk mendeteksi pintu dalam keadaan tertutup atau terbuka.
- e. Adanya tombol *Emergency Stop* untuk kondisi bahaya dan mematikan system secara keseluruhan.
- f. Adanya *Car Gong* yang berfungsi sebagai indicator kepada penumpang bahwa elevator sudah sampai di lantai yang dituju.
- g. Adanya Lampu Car yang berfungsi sebagai penerangan di dalam elevator.

Bagian-bagian Elevator



Gambar 4.9 Bagian-bagian Elevator

Keterangan:

1. Rangka
2. Ruangpenumpang(*Car-Lelevator*)
3. *BoxController*
4. MotorUtama
5. *CarCall*
6. *HallCall*
7. *Pulley*
8. *CounterWeight*
9. *Rail*
10. Penggulung
11. *Gear*

4.5. Perhitungan Daya Motor

4.5.1. Pemilihan Motor Penggerak



Gambar 4.10 Motor Penggerak Lift

Sebelum menentukan reduksi dan dimensi pasangan roda gigi yang akan dipergunakan pada transmisi maka terlebih dahulu harus ditentukan jenis motor penggerak. Hal ini disebabkan karena besarnya putaran motor yang akan menentukan besarnya reduksi yang dihasilkan oleh rangkaian roda gigi di samping itu dengan motor yang dipilih harus mencukupi kebutuhan daya yang akan diperlukan bagi rangkaian Lift. Jumlah energi input dari PLN habis terpakai tenaga, panas pada motor dan mesin (heat loss), dan gesekan system mekanis. Energi untuk tenaga mengalami efisiensi, sebagai berikut (SNI 03-6573- 2001)

Daya motor dibutuhkan untuk melayani kebutuhan sistem Lift dan dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_{st} = \frac{(Q \times G_s - G_w)}{75 \eta_{tot}}$$

Dimana :

$$Q = \text{Kapasitas Lift (15 orang)}$$
$$= 750 \text{ kg (diasumsikan 1 orang beratnya = 50 kg)}$$

$$G_s = \text{Bobot sangkar Lift (} G_s = 650 \text{ kg)}$$

$$G_w = \text{Berat bobot pengimbang = 1025 kg}$$

$$V = \text{Kecepatan Lift (} V = 1.5 \text{ m/s)}$$

$$\eta_{tot} = \text{Efisiensi total Lift}$$

$$= \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3$$

Dimana :

Efisiensi sistem lift terdiri dari beberapa unsur efisiensi subsistem :

Efisiensi tarikan $\eta_1 = \pm 0,90$

Efisiensi mesin $\eta_2 = \pm 0,95$ mesin tanpa gigi reduksi (gearless machine)

$\eta_2 = \pm 0,55$ s/d 0,80 mesin tanpa gigi reduksi
(gearless machine yaitu worn gear atau helical gear))

Efisiensi motor $\eta_3 = \pm 0,97$ (3% hilang sebagai heat loss).

Efisiensi transmisi gigi reduksi (reduction-gear) adalah sebagai berikut :

a. Roda gigi ulir / cacing (worn gear) efisiensinya tergantung jumlah gigi ulir

1. Dengan satu gigi ulir $= \pm 0,55$

2. Dengan dua gigi ulir $= \pm 0,60$

3. Dengan tiga gigi ulir $= \pm 0,75$

b. Roda gigi helical (helical gear) $= 0,8$

Maka

$$\eta_1 = \text{Efisiensi tarikan} \\ = 0,90$$

$$\eta_2 = \text{Efisiensi mesin} \\ = 0,57$$

$$\eta_3 = \text{Efisiensi motor} \\ = 0,97$$

Sehingga :

$$\eta_{\text{tot}} = 0,97 \times 0,57 \times 0,90 \\ = 0,55$$

Maka :

$$N_{\text{st}} = \frac{(750 \times 650 - 1025)}{75 \times 0,55} \\ = 9,09 \text{ Hp}$$

Dalam prakteknya perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya motor hal ini dikarenakan dibutuhkan daya pada waktu start atau mengikuti beban yang terus bekerja setelah start. Dengan demikian perlu diperhitungkan adanya faktor koreksi yang besarnya adalah $f_c = 1,0 - 1,5$

Dalam hal ini dipilih $f_c = 1,3$

$$N_d = f_c \times N_{\text{st}} \\ = 1,3 \times 9,09 \\ = 11,8 \text{ Hp (dibulatkan 12 Hp)}$$

Adapun sumber daya yang dipilih disini adalah dari listrik PLN hal ini dikarenakan beberapa alasan :

1. Mudah diperoleh
2. Konstruksi lebih sederhana sehingga lebih mudah dalam hal penempatannya dan lebih hemat ruangan
3. Putaran relative konstan untuk putaran yang berfluktuasi
4. Tidak menimbulkan polusi udara dan polusi suara

Dalam perhitungan ini motor listrik yang digunakan memiliki 2 (Dua) pasang kutub (pole), dimana setiap pasangan terdiri dari 2 (dua) kutub maka putaran motor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$n.s = \frac{60 \times f}{p} \text{ (rpm)}$$

dimana :

f = Frekuensi jala – jala listrik AC

= 50 Hz (standart PLN)

P = Jumlah pasang kutub

Maka :

$$n.s = \frac{60 \times 50}{2} \text{ (rpm)}$$

= 1500 rpm

Jadi putaran motor listrik ini adalah $n = 1500$ rpm dari standarisasi motor listrik AC untuk putaran 1500 rpm dan daya minimal 24.8 Hp diperoleh spesifikasi :

1. Daya motor = 25 Hp
2. Rate Speed = 1456 rpm
3. Diameter poros penghubung = 42 mm
4. Efisiensi = 90 %
5. Faktor Daya = 0.8

4.5.2. Pemeriksaan Motor Terhadap Beban Lebih (over load)

Momen yang dihasilkan motor ketika terjadi percepatan (momen gaya start motor = M_{tot}) adalah :

$$M_{tot} = M_{st} + M_{dyn}$$

Dimana :

Mst = Momen tahanan statis

$$= 71620 \frac{N}{d} (kg.cm)$$

$$= 71620 \frac{25}{1456}$$

$$= 1229.7 \text{ kg.m}$$

$$= 12.297 \text{ kg.m}$$

Mdyn = Momen gaya dinamik

$$= \frac{\delta x GD^2 x n}{375 x s} + \frac{0.975 x G x V^2}{n x s x \eta}$$

Dimana :

δ = Koefisien transmisi

$$= 1.1 + 1.25 (1.2 \text{ diambil }) \dots\dots\dots (\text{Rudenko hal 299})$$

GD^2 = Momen girasi komponen pada poros (rotor + kopling)

$$= GD^2_{\text{rotor}} + GD^2_{\text{kopling}} (0.050 - 0.080) 0.078 \text{ (diambil)}$$

$$= GD^2_{\text{kopling}} = 1 \times 4 \text{ g; untuk } D = 200 \text{ m}$$

I = Perkiraan momen inersia kopling

$$= 0.0001 \text{ kg. m/s}^2$$

g = Percepatan gravitasi = 9.81 m/s²

$$= 0.0001 \times 4 \times 9.81$$

$$= 0.0039 \text{ kg.m}^2 = 0.004 \text{ kg.m}^2$$

$$GD^2 = 0.078 + 0.004 (\text{kg.m}^2) = 0.082 \text{ kg.m}^2$$

n = Putaran motor

ts = Waktu start (1.5 + 5 detik)

$$= 2 \text{ detik (diambil)}$$

V = Kecepatan angkatan (1.5 m/s)

G = Berat netto maksimum yang diangkat motor =

$$Q = 2425 \text{ kg}$$

η = Efisiensi sistem transmisi ($\eta = 89.5 \%$)

Sehingga :

$$Mdyn = \frac{1.2 \times 0.082 \times 1500}{375 \times 2} + \frac{0.975 \times 2425 \times V 1.5^2}{1500 \times 2 \times 0.895}$$

$$= 0.1968 + 1.19813$$

$$= 2.1781 \text{ kg.m}$$

Jadi :

$$M_{tot} = M_{st} + M_{dyn}$$

$$= 12.297 + 21781$$

$$= 14475 \text{ kg.m}$$

Maka momen gaya start motor (M_{mot}) adalah :

$$M_{mot} = 71620 \frac{N_{rate}}{\eta_{rate}}$$

$$= 71620 \frac{24.8}{1456}$$

$$= 1219.90 \text{ kg.cm} = 12.174 \text{ kg . m}$$

Pemeriksaan keamanan motor terhadap beban lebih (over load) didasarkan beban rasio yaitu perbandingan antara momen gaya.

Ternilai (M_{rate}) jika perbandingan lebih kecil dari harga yang ditentukan maka dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih atau dapat dituliskan :

$$\text{Rasio beban motor} = \frac{M_{max}}{M_{rate}} < 1.75 - 20 \text{ (1.85 dipilih)}$$

Atau

$$\text{Rasio beban motor izin} = 1.85$$

Sedangkan :

$$\text{Rasio beban motor} = \frac{M_{max}}{M_{rate}}$$

Dimana :

$$M_{max} = \text{momen maksimum}$$

$$= M_{mot} - 8.2449 \text{ kg.m}$$

$$= 14.475 - 8.2449 = 6.2301 \text{ kg.m}$$

$$M_{rate} = \text{momen gaya ternilai}$$

$$= 21.1990 \text{ kg. m}$$

Pemeriksaan keamanan motor terhadap beban lebih (over load) didasarkan beban rasio yaitu perbandingan antara momen gaya.

Ternilai (M_{rate}) jika perbandingan lebih kecil dari harga yang ditentukan maka dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih atau dapat dituliskan :

$$\text{Rasio beban motor} = \frac{M_{\max}}{M_{rate}} < 1.75 - 20 \text{ (1.85 dipilih)}$$

Atau

$$\text{Rasio beban motor izin} = 1.85$$

Sedangkan :

$$\text{Rasio beban motor} = \frac{M_{\max}}{M_{rate}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \text{momen maksimum} \\ &= M_{\text{mot}} - 8.2449 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{rate} &= \text{momen gaya ternilai} \\ &= 12.1990 \text{ kg. m} \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} \text{Rasio beban motor} &= \frac{14.475}{12.1990} \\ &= 1.1865 \end{aligned}$$

Dalam hasil pemeriksaan tersebut didapatkan bahwa nilai perbandingan antara momen maksimum dengan momen yang gaya ternilai ($\text{Rasio}_{\text{beban motor}}$) = 1.18. Nilai ini masih berada dibawah nilai izin ($\text{Rasio}_{\text{beban motor}}$) = 1.85 sehingga dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih.

4.5.3 Perhitungan Rem

Dalam pengoperasian Lift penumpang suatu bentuk pengereman untuk menghentikan rem Lift tersebut. Biasanya pada saat Lift bergerak atau berhenti Lift tersebut memerlukan pengereman agar pada saat bergerak Lift tersebut dapat dengan tepat dan nyaman, oleh sebab itu bentuk pengereman Lift ini haruslah halus dan tanpa sentakan, sehingga penumpang merasa nyaman.

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi dalam pengereman Lift adalah :

1. Persyaratan teknik, yaitu yang berhubungan dengan ketepatan berhenti dari rumah pada suatu lantai gedung.

2. Persyaratan biologik, yaitu yang berhubungan dengan timbulnya perasaan kurang nyaman atau pengereman bagi manusia sebagai penumpang Lift.

4.6. Sistem Perawatan Lift

System perawatan dalam suatu perusahaan atau perhotelan berhubungan erat dengan produktivitas perusahaan atau perhotelan itu sendiri, karena adanya mesin yang baik memungkinkan aktifitas berjalan dengan lancar begitu pula halnya dengan mesin lift ini.

Apabila terjadi kerusakan pada mesin ini maka aktifitas tamu hotel dan karyawan akan mengalami gangguan dengan demikian aktifitas hotel tersebut terpaksa dihentikan untuk sementara waktu atau mengambil alternative dengan menggunakan tangga darurat.

Perawatan dan perbaikan mesin umumnya bertujuan untuk ;

- Menjaga keselamatan tamu hotel dan karyawan
- Memperpanjang umur mesin tersebut
- Memperkecil biaya perbaikan
- Meningkatkan efisiensi mesin

Khusus untuk mesin lift / Lift yang direncanakan perawatannya harus dilakukan pada mesin ini adalah membersihkan, melumasi dan pemeriksaan komponen – komponen utama Lift.

Pemeriksaan Komponen Utama Lift / Lift

- Pemeriksaan elemen – elemen mesin lift / Lift
- Melakukan pelumasan dengan oli dan gemuk pada roda gigi, bantalan, tali baja poros
- Pemeriksaan dilakukan selama sebulan sekali.

Penyediaan suku cadang

Untuk memperlancar system kerja Lift, maka diperlukan untuk memikirkan penyediaan suku cadang khususnya komponen – komponen utama Lift yang tidak terjual di pasaran. Suku cadang tersebut berguna apabila terjadi kerusakan, sehingga dapat diatasi dengan cepat.

Mechanical engineering harus selalu siap menghadapi kemungkinan akan terjadinya kerusakan dan dapat mengambil keputusan perlu tidaknya melakukan

pergantian serta pergantian tersebut dilakukan sebaik mungkin jangan ada kesalahan.

Teknik pemeriksaan suatu peralatan berdasarkan atas beberapa hal :

1. Avaliabilit : Keberadaan peralatan itu benar-benar harus dijaga dan diupayakan dalam keadaan baik.
2. Relibiliti : Peralatan-peralatan mudah diperbaiki/dioperasikan dan mudah untuk diganti.
3. Maintenance : Peralatan diupayakan bebas dari gangguan kerusakan mudah pengoperasiannya dan memenuhi syarat.

4.7. Analisa Performance

Performa mesin (*engine performance*) adalah prestasi kinerja suatu mesin, dimana prestasi tersebut erat hubungannya dengan daya mesin yang dihasilkan serta daya guna dari mesin tersebut. Performance dalam penelitian lift ini ditunjukkan dengan besar daya motor yang dihasilkan sehingga lift tersebut berjalan dengan baik.

Daya motor dibutuhkan untuk melayani kebutuhan sistem Lift sebesar 9,09 Hp. Dalam prakteknya perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya motor hal ini dikarenakan dibutuhkannya daya pada waktu start atau mengikuti beban yang terus bekerja setelah start. Maka momen yang dihasilkan motor ketika terjadi percepatan (momen gaya start motor = M_{tot}) adalah : = 14475 kg.m. Rasio motor yang digunakan sebesar 11.865

Dari hasil pemerikaan tersebut didapatkan bahwa nilai perbandingan antara momen maksimum dengan momen yang gaya ternilai ($Rasio_{\text{beban motor}} = 1.18$). Nilai in imasih berada dibawah nilai izin ($Rasio_{\text{beban motor}} = 1.85$) sehingga dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka kinerja (performance) dari lift pada gedung Medan Mall adalah aman dalam pelayanan antara lantai 1 hingga lantai 4, hal ini dibuktikan dengan buka tutup lift yang mempunyai waktu singkat (4,9 detik) dan efisiensi waktu 4,1 detik maka kinerja lift dapat bekerja selamat 10 jam/hari.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisa performa yang dilakukan pada Lift Swalan Medan Mall maka didapat kesimpulan sebagai berikut

Karakteristik :

1. Kapasitas angkat = 750 kg
2. kecepatan angkat = 1.5 m/s
3. daya motor penggerak = 25 Hp (15 kw)
4. Jumlah penumpang maksimum = 15 orang
5. Putaran motor = 1500 rpm

Karakteristik tali Baja

1. Desain = 6 x 37 = 222 + 1 cm
2. Bahan kawat baja = baja karbon tinggi JLS g 3521
3. Diameter weight = 14.2 mm
4. Umur tali baja = 17,7 bulan
5. Kekuatan tarik = 17,9 kg/mm²

Karakteristik puli penggerak

1. Diameter = 355 mm
2. Bahan = baja karbon S 55 C-D JLS G 31232
3. Kekuatan tarik = 17 kg/mm²

Karakteristik poros puli penggerak :

1. Diameter = 60 mm
2. Bahan poros = Baja Karbon S 55 C-D JLS G 31232
3. kekuatan tarik = 85 kg/m²

Karakteristik rem

1. Diameter roda rem = 160 mm
2. Lebar roda rem = 55 mm
3. Lebar sepatu rem = 50 mm
4. sudut kontak = 90⁰

5.2. Saran

1. Untuk menjaga ketahanan dan kekuatan sebaiknya Tali baja yang digunakan harus khusus untuk menarik lift, baik dari segi bahan maupun konstruksinya, seperti jenis seale Type 8 x 19 FC karena lebih luwes.
2. Perlu adanya kerja sama antara kampus dengan perusahaan untuk penelitian yang lebih mendalam pada tahap selanjutnya
3. Selalu utamakan kesehatan dan keselamatan kerja (K3).

DAFTAR PUSTAKA

- George A, Straosh, Jaros, Baum & Balles, *Vertical Transportation Lift & Eescalator*, US 1983
- Herman Jutz & Edward Schurnus, *Weternan tables For The Metal Trade*, Wiley Easterd, New Delhi, Bangalore Bombay, Calcuta 1976.
- Joseph E, Shigley, Larry D Mitchel, *Perhitungan Teknik Mesin*, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Kusasi, Sarwono. “*Transportasi Vertikal Dasar Perencanaan Teknis Pesawat Lift*”, Jakarta : Mediatama Saptakarya, 2004.
- Lubomir Janovski, *Lift Mechanical Design*, Principles And Concepts, Czeehoslovakia, 1986.
- Rudenko N, *Material Handling Equipment*, Place Publisher Moskow 1992
- Sularso, Kyokatsu Suga, *Dasar Perhitungan dan Elemen Mesin*, PT. Paradya Paramitha, Jakarta.
- Syamsir A Muin, *Pesawat – pesaat pengangkat*, Medan, 1987.
- Timoshinko and Young, *Elements of Strength Material*, 5 th Edition.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

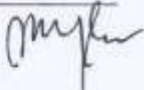

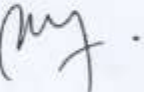






ANALISA PERFORMA ELEVATOR PADA MEDAN MALL BERTINGKAT 4 (Studi Kasus)

Nama : MUHAMMAD ILHAM

NPM : 1407230182

Dosen Pembimbing 1 : Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Chandra A. Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Jum'at 4-1-2019.	Pemberian tugas spesifikasi TA.	
2	Jum'at 11-1-2019	Perbaiki Bab I. Latar belakang, tujuan penelitian	
3	Dum'at 18-1-2019.	Perbaiki Bab II, tambahkan persamaan tgg daya angkat, & kekuatan tali baja	
4	Kamis 7-2-2019	Perbaiki Bab III; tambahkan alat & bahan yg digunakan, perbaiki flow chart, gambar bagian2 elemen mesin lift	
5	Sabtu 16-2-2019.	Perbaiki Bab IV, lanjut bab V lanjut ke pembantu II	
6	Selasa 02-07-2019	- Perbaiki abstrak dan bab V - Perbaiki format	
7	Selasa 09-07-2019	- Perbaiki	
8	Jum'at, 12-7/2019	- All. kembali ke pembimbing!	
9	Jum'at 12-7-19	Ace untuk seminar	

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Ilham
NPM : 1407230182
Judul T.Akhir : Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar,S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 21 Dzulhijjah 1440H
22 Agustus 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



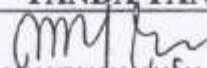
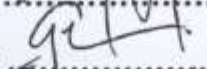
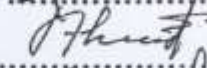
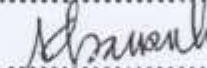
Dosen Pembanding- II






.....

Khairul Umurani.S.T.M.T

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Ilham
 NPM : 1407230182
 Judul Tugas Akhir : Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507250031	BAYU FIRRIYAWAN	
2	1507230082	M. DIRO PAMUNGKAS	
3	1507230179	FIKA RONAL FEBRIAN	
4	1507230176	AJI MAULANA	
5	1507230146	NUPON NAHDI NST	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 23 Dzulhijjah 1440 H
24 Agustus 2019 M



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Ilham
NPM : 1407230182
Judul T.Akhir : Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Ahmad Marabdi Siregar,S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - o. Perbaiki kembali kesesuaian antara judul, tujuan, metode, dan hasil
 - o. tambahkan prosedur pada Bab - 3
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 21 Dzulhijjah 1440H
22 Agustus 2019 M



Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

A. Gani S.T.M.T

Dosen Pemanding- I

Ahmad Marabdi Siergar.S.T.M.T



Keagungan Cerdas or Terpercaya

Silahkan menjawab surat ini agar diselesaikan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 3078/IL.3AU/UMSU-07/F/2018

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 10 Desember 2018 dengan ini Menetapkan :

Nama : **MUHAMMAD ILHAM**
Npm : 1407230182
Program Studi : **TEKNIK MESIN**
Semester : **IX(Sembilan)**
Judul Tugas Akhir : **ANALISA PERFORMA ELEVATOR PADA MEDAN MALL BERTINGKAT**
: 4

Pembimbing I : M.YANI .ST .MT.
Pembimbing II : CHANDRA A SIREGAR ST.MT.

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin.
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 02 Rabiul Akhir 1440 h
10 Desember 2018 M

Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Ilham
NPM : 1407230182
Tempat/Tgl Lahir : Medan, 30 Agustus 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Anak : Ketiga dari tiga bersaudara
Alamat : Jl. Puri Gg. Hasan Basri No. 18 Medan
Nomor HP : 0822 7364 6224
Email : ilhammm30@gmail.com
Nama Orang tua :
 Ayah : H. Hermon
 Ibu : Hj. Hafsah

PENDIDIKAN FORMAL :

2001 – 2002 : TK Kartini Medan
2002 – 2008 : SD Swasta Al-Ulum Medan
2008 – 2011 : SMP Swasta Al-Ulum Medan
2011 – 2014 : SMA Swasta Al-Ulum Medan
2014 – 2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara

