PERENCANAAN *ELEVATOR* PENGANGKUT BARANG BERKAPASITAS 1500KG PADA GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS IBA PALEMBANG



Disusun Untuk Memenuhi syarat Ujian Sarjana Strata Satu Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA

Disusun Oleh:

MUHAMMAD RISKY 20320001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA
PALEMBANG
2025

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Risky

NPM : 20320001

Judul Skripsi : Perencanaan *Elevator* Pengangkut Barang Berkapasitas

1500 KG Pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin

Universitas IBA Palembang

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari ternyata penulisan Skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas IBA.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Palembang, 13 Januari 2025

Muhammad Risky

PERENCANAAN ELEVATOR PENGANGKUT BARANG BERKAPASITAS 1500KG PADA GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS IBA PALEMBANG



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi syarat Ujian Sarjana Strata Satu Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Hardayani Haruno, N

NIK. 01 88 028

Ketua Program Studi

Teknik Mesin

Reny Afriany. S,T. M,Eng.

NIK. 02 05 171

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

AGENDA NO :

DITERIMA TGL :

PARAF :

PERENCANAAN *ELEVATOR* PENGANGKUT BARANG BERKAPASITAS 1500KG PADA GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS IBA PALEMBANG

NAMA : Muhammad Risky

NPM : 20320001

SPESIFIKASI: a. Elevator Pengangkut Barang

b. Perhitungan dalam perancangan meliputi:

Konstruksi rangka elevator, sangkar elevator, kekuatan baut,

kapasitas angkat, sling, puli, motor, dan pengelasan.

c. Simulasi

d. Sesuai ketentuan standar

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Asmadi, MT.

Ir. Ratih Diah Andayani, MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany. S,T. M,Eng

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini dengan judul: Perencanaan Elevator Pengangkut Barang Berkapasitas

1500 Kg Pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin

Universitas IBA Palembang

Penyusun : Muhammad Risky

NPM : 20320001

Program Studi : Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana (ujian komprehensip) dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA.

TIM PENGUJI

Ketua : Reny Afriany, S.T., M.Eng

Anggota : 1. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T

2. Ir. Asmadi Lubay, M.T

3. Ir. Ratih D Andayani, M.T.

5. Yeny Pusvyta, S.T., M.T

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal: 17 Januari 2025

MOTTO

"Stand Up And Fight"

PERSEMBAHAN

Skripsi ini Penulis Persembahkan Untuk :

- Kedua Orang Tuaku, Ayah & Ibu
- My Family, My Bro & My Friends
- Teman Seperjuangan Teknik Mesin

ABSTRAK

Elevator atau Lift adalah alat pengangkut yang digunakan untuk membawa orang atau barang dari satu lantai ke lantai lain dalam sebuah bangunan bertingkat dengan menggunakan penggerak berupa seperangkat alat mekanik yang dioperasikan secara manual maupun otomatis.. Elevator merupakan sarana transportasi vertikal yang penting dalam bangunan modern. Perencanaan ini mengusulkan untuk merancang *elevator* barang dengan beban muatan maksimum 1500 kg. Perencanaan yang dilakukan meliputi perhitungan pada konstruksi *elevator*, kapasitas angkat, dimensi sangkar, sling dan motor yang dibutuhkan sesuai standar. Elevator barang ini dirancang dengan dimensi sangkar panjang 2000 mm x lebar 1800 mm x tinggi 2500 mm, serta dimensi ruang luncur yang direncanakan panjang 2288 mm x lebar 2488 mm x tinggi 7700 mm. Tinggi pengangkatan yang didapat adalah 3,5 meter dan waktu pengangkatan adalah 29,16 detik. Dengan berat total 4500 kg dan akan ditopang dengan daya rencana 10,25 Hp. Maka dipilihlah jenis mesin Elevator Electric wire rope hoist NAGASAKI JAPAN 10 Ton x 12 meter dengan daya motor lebih besar yaitu 17,43 Hp. Pada konstruksi rangka elevator menggunakan H Beam 150.150.7.10 untuk bagian vertikal, H Beam 125.125.6,5.9 untuk bagian horizontal, H Beam 200.200.8.12 untuk penampang mesin, UNP 120.55.7.9 untuk bagian batang penguat frame, dan T Beam 75.150.7.10 untuk bagian rel. Kemudian di analisa dengan menggunakan Aplikasi Autodesk Inventor Professional 2021 dengan memasukan beban yang ada dengan hasil pemilihan bahan material dan baja yang tepat. Pada perhitungan analisa pengelasan pada frame didapat 181,12 kN kekuatan sambungan yang dipikul untuk satu sambungan.

Kata kunci: Elevator, Hoist, H Beam, Frame Autodesk Inventor 2021.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya-lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perencanaan *Elevator* Pengangkut Barang Berkapasitas 1500 KG Pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang". Skripsi ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1. Ibu Dr. Ir. Hardayani Haruno, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang.
- 2. Bapak Ir. Asmadi, MT. Sebagai Dosen Pembimbing I yang yang telah memberi arahan, bantuan, dan motivasinya untuk menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.
- 3. Ibu Ir. Ratih Diah Andayani, MT. Selaku Dosen Pembimbing Akademik dan sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasihat serta bantuan untuk menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.
- 4. Ibu Reny Afriany. S,T. M,Eng. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan dukungan selama masa perkuliahan di Teknik Mesin Universitas IBA.
- 5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas IBA yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
- 6. Orang tuaku tercinta Ayah (Anwar Ali) & Ibu (Nurhayati), serta keluarga yang telah mendoakan, dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Gilang dan Niko yang telah mendukung penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan berbagai permasalahan pada pengerjaan skripsi ini.

8. Rekan-rekan seperjuangan selama masa kuliah dari angkatan 2020 dan 2019 Rizki Wahyu Azami, Thorik Alfajri, Sobri Saputra, Kak Cahyo, Nugraha Aditya dan Kak Andy.

9. Teman-teman komunitas Legacy Cosplay Division yang mendukung penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi bahasa, penulisan maupun materi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi penulis pribadi maupun pembaca pada umumnya.

Palembang, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	xiii
TA PENGANTAR FTAR ISI FTAR GAMBAR FTAR TABEL B I PENDAHULUAN 1 Latar Belakang 2 Rumusan Masalah 3 Tujuan Perancangan 4 Manfaat Perancangan 5 Batasan Masalah 6 Sistematika Penulisan	XV
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perancangan	2
1.4 Manfaat Perancangan	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja <i>Elevator</i>	4
2.2 Jenis-jenis <i>Elevator</i>	5
2.3 Dasar Hukum Mengenai <i>Elevator</i>	6
2.4 Gaya – gaya yang bekerja	7
2.5 Mekanisme <i>Elevator</i>	9
2.6 Besi UNP, Besi H Beam, Besi Hollow dan T Beam	10
2.7 Struktur Baja	16
2.8 Bearing	21
2.9 Plat Bordes	21
2 10 Tali Baja	22

	2.11 Roda Penjepit	. 23
	2.12 Definisi Pengelasan & Pengelasan SMAW	. 23
	2.13 Motor Listrik	. 24
	2.14 Rem Elektromagnetik	. 26
	2.15 <i>Pulley</i>	. 27
	2.16 Rumus – rumus yang akan digunakan	. 29
В	AB III METODE PERANCANGAN	
	3.1 Diagram Alir Perecanaan	40
	3.2 Kebutuhan Perancangan	41
	3.3 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	41
	3.4 Teknik Pengumpulan Data	. 42
	3.5 Langkah - langkah Perancangan	. 42
	3.6 Batasan Rancangan	. 42
	3.7 Spesifikasi Peralatan	43
	3.8 Metode Perancangan	. 44
В	AB IV PERHITUNGAN	
	4.1 Perhitungan Sangkar <i>Elevator</i>	. 51
	4.2 Perhitungan Tali Baja	. 54
	4.3 Perhitungan Daya Motor	. 57
	4.4 Perhitungan Konstruksi Rangka <i>Elevator</i>	60
	4.5 Teori Kegagalan Desain Statis	65
	4.6 Stress Analysis	66
	4.7 Perhitungan Analisa Pengelasan pada <i>Frame</i>	. 71
	4.8 Alasan Pemilihan Material	. 73
	4.9 Biaya Perancangan Elevator	. 75

BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	77
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Traction Elevator	4
Gambar 2.2 Passenger Elevator	5
Gambar 2.3 Freight Elevator	6
Gambar 2.4 Gaya-gaya Aksial pada Sistem Struktur	7
Gambar 2.5 Gaya-gaya Lintang pada Sistem Struktur	8
Gambar 2.6 Momen Gaya pada Sistem Struktur	8
Gambar 2.7 Buckling Stress	9
Gambar 2.8 Bagian-bagian <i>Elevator</i>	0
Gambar 2.9 Dimensi Besi UNP	. 1
Gambar 2.10 Dimensi Besi H Beam	.3
Gambar 2.11 Dimensi Besi Hollow	.3
Gambar 2.12 Dimensi Besi T Beam	6
Gambar 2.13 Bearing	21
Gambar 2.14 <i>Plat Bordes</i>	22
Gambar 2.15 Tali Baja	22
Gambar 2.16 Roda Penjepit	23
Gambar 2.17 Pengelasan SMAW	24
Gambar 2.18 Motor DC	25
Gambar 2.19 Motor AC	26
Gambar 2.20 Rem Elektromagnetik	27
Gambar 2.21 Pulley tetap	28
Gambar 2.22 Pulley bebas	28
Gambar 3.1 Diagram Alir	10

Gambar 3.2 Mesin <i>Elevator</i>	3
Gambar 3.3 Pesawat angkat <i>Elevator</i>	4
Gambar 3.4 Tampak depan rancangan <i>Elevator</i>	5
Gambar 3.5 Tampak belakang rancangan <i>Elevator</i>	5
Gambar 3.6 Tampak samping kanan rancangan <i>Elevator</i>	6
Gambar 3.7 Tampak samping kiri rancangan <i>Elevator</i>	6
Gambar 3.8 Konstruksi sangkar <i>Elevator</i> barang	7
Gambar 3.9 Kontruksi Rangka <i>Elevator</i> Barang	9
Gambar 3.10 Rangka penampang motor	0
Gambar 4.1 Mesin <i>Elevator</i>	9
Gambar 4.2 Analisa Tegangan Von Mises	7
Gambar 4.3 Analisa <i>Displacement</i> sumbu X	8
Gambar 4.4 Analisa <i>Displacement</i> sumbu Y	9
Gambar 4.5 Analisa <i>Displacement</i> sumbu Z	9
Gambar 4.6 Analisa Safety factor	1
Gambar 4.7 Lasan pada <i>Frame</i>	2
Gambar 4.8 H Beam & UNP	4
Gambar 4.9 Tali Baja	5

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Besi UNP	. 11
Tabel 2.2 Spesifikasi Besi H Beam	. 12
Tabel 2.3 Spesifikasi Besi Hollow	. 14
Tabel 2.4 Spesifikasi Besi T Beam	. 15
Tabel 2.5 Efisiensi <i>Pulley</i>	. 31
Tabel 2.6 Faktor Lengkungan	. 33
Tabel 2.7 Faktor Kontruksi Tali Baja e2	. 33
Tabel 2.8 Nilai Faktor Keamanan dan Nilai e ₁	. 34
Tabel 2.9 Sifat mekanis baja struktural	. 38
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan	. 58
Tabel 4.2 Harga Satuan Komponen Elevator	. 75
Tabel 4.3 Biaya Perancangan Elevator	. 76

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang merupakan bangunan dua lantai yang difungsikan sebagai gedung tempat praktikum maupun penelitian bagi dosen dan mahasiswa Teknik Mesin Universitas IBA. Gedung ini sendiri memiliki tangga konvensional dengan anak tangga yang berada dibagian dalam gedung, dengan anak tangga yang menempel dengan tembok sebelah kiri dan sebelah kanan. Lantai dasar gedung terdiri dari laboratorium Proses Pemesinan, laboratorium Ilmu Logam, ruang perkakas dan kamar mandi, dimana lantai dua berisi ruang laboratorium fisika, ruang kelas, dan ruang seminar. Dikarenakan sulitnya mengangkut peralatan praktikum dan barang-barang berat lainnya seperti meja, loker, kursi dan lemari untuk naik dan turun gedung laboratorium maka dibutuhkanlah *elevator* pengangkut barang.

Elevator atau lift adalah sebuah alat pengankut naik turun dengan prinsip kerja sistem kontrol. Elevator terdiri atas katrol, kotak penumpang (sangkar), beban penyeimbang, dan kabel atau tali baja. Pada bagian katrol terdapat mesin yang menggerakkan atau memutar katrol. Mesin ini memutar katrol dengan tenaga yang cukup kecil. Hal ini disebabkan pada katrol terjadi gaya total yang cukup kecil. Sedangkan gaya-gaya pada masing-masing sisi katrol adalah seimbang atau hampir seimbang (A.R. Holowenko & Sendi Prapto, 1993).

Keuntungan dari *elevator* sendiri cukup banyak seperti mempercepat proses transportasi vertikal di dalam bangunan, sehingga menghemat waktu dan tenaga pengguna. *Elevator* juga dirancang dengan standar keselamatan yang tinggi, termasuk rem keamanan dan sensor-sensor untuk menghindari kecelakaan. Hal ini membuat penggunaan *elevator* lebih aman dibandingkan dengan tangga.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dengan itu saya memilih topik ini yaitu perencanaan *Elevator* Pengangkut Barang. Sehingga untuk penulisan dari judul skripsi saya adalah Perencanaan *Elevator* Pengangkut Barang Berkapasitas 1500 KG Pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang ingin penulis ajukan adalah:

- 1. Bagaimana merancang *Elevator* Pengangkut Barang pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang?
- 2. Bagaimana cara mengangkut peralatan praktikum dan barang-barang berat lainnya untuk naik dan turun gedung laboratorium dengan aman ?

1.3 Tujuan Perancangan

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah:

Untuk merancang *Elevator* Pengangkut Barang pada gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang yang aman dan sesuai standar.

1.4 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

- 1. Perancangan unit *Elevator* pengangkut barang ini bermanfaat untuk mempermudah dalam pemindahan barang berat dan peralatan praktikum.
- 2. Menjadi penghubung lantai satu dan lantai dua gedung laboratorium secara efektif dan aman.

1.5 Batasan Masalah

Dalam perancangan ini akan dibahas perencanaan dan perhitungan dari satu unit *eskalator* yaitu:

- 1. Data yang di dapat merupakan data standar seperti kapasitas angkut, kecepatan angkut, dan tinggi angkut.
- 2. Kegiatan perhitungan akan difokuskan pada konstruksi *elevator*, kapasitas angkat, dimensi sangkar, *sling* dan motor yang dibutuhkan sesuai standar.
- 3. Komponen-komponen yang akan digunakan Besi H *Beam*, UNP, *hollow*, T *Beam*, *motor electric crane*, *sling*, dan rem roda penjepit.
- 4. Simulasi pembebanan hanya berfokus pada rangka konstruksi dari *elevator* dengan menggunakan software Autodesk Inventor.
- 5. Data simulasi pembebanan melalui Autodesk Inventor berupa tegangan *Von Mises, Displacement*, dan faktor keamanan.

- 6. Spesifikasi pemilihan material dan mesin *elevator* terbatas dikarenakan mengacu pada ketersediaan di pasaran.
- 7. Analisaa simulasi pembebanan dilakukan dengan bantuan software, tidak dihitung secara manual.
- 8. Sangkar *elevator* tidak dilakukan ananalisa simulasi pembebanan.
- 9. Analisa pembebanan yang dilakukan adalah beban statis dan beban dimanis yang terjadi pada rangka *elevator*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini disusun dengan tujuan untuk mempermudah pencarian informasi yang dibutuhkan, serta memberikan penjelasan mengenai isi.

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan batasan masalah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini berisi teori-teori yang menjadi penunjang dan akan digunakan untuk menyelesaikan perencanaan *elevator* ini.

BAB III METODE PERANCANGAN

Pada Bab ini menjelaskan model perancangan, diagram langkah perancangan, dan prinsip kerja dari *elevator*.

BAB IV ANALISIS PERANCANGAN

Pada Bab ini berisi hasil dari perhitungan dari pembahasan, dan menjelaskan tentang analisa data yang telah didapat dari hasil pengukuran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil anlisis perancangan dan saran-saran penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka berisi tentang refrensi-refrensi yang menjadi sumber terkait dengan materi pembahasan berupa buku, jurnal terdahulu, maupun website yang dijadikan acuan dalam pembuatan tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Berisi data-data tambahan yang menjadi menunjang tugas akhir ini.

BAB II

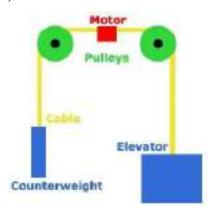
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja *Elevator*

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 hidrolik cairan untuk menaikkan piston silinder (Juwana & Jimmy S, 2005).

Dalam mengenai pekerjaannya, *Elevator* terdiri atas katrol, kotak penumpang (sangkar), beban penyeimbang, dan kabel atau tali baja. Pada bagian katrol terdapat mesin yang menggerakkan atau memutar katrol. Mesin ini memutar katrol dengan tenaga yang cukup kecil. Hal ini disebabkan pada katrol terjadi gaya total yang cukup kecil. Sedangkan gaya-gaya pada masing-masing sisi katrol adalah seimbang atau hampir seimbang (A.R. Holowenko & Sendi Prapto, 1993).

Pada *Elevator* pengaturan gaya berat antara kontak penumpang dengan beban penyeimbang dibuat sama atau seimbang (hampir sama). Hal ini bertujuan untuk konservasi energi. Dengan beban yang sama pada tiap bagian, maka hanya sedikit gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan katrol. Sementara untuk menaikkan cukup dengan membiarkan gaya gravitasi menggerakkan beban yang lebih berat. Jadi prinsip kerja *elevator* adalah menggerakkan kabin atau sangkar dengan gaya cukup kecil (Giancoli, 1998).



Gambar 2.1 Traction Elevator

(Sumber: https://repository.dinamika.ac.id)

2.2 Jenis-jenis *Elevator*

Secara umum elevator diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Elevator Penumpang (Passenger Elevator)

Sesuai namanya, *elevator* penumpang (*passenger elevator*) adalah angkutan transportasi vertikal yang digunakan untuk mobilitas manusia pada gedung-gedung seperti mall, hotel, *high rise building*, atau bangunan publik lainnya. Ini merupakan jenis *elevator* yang paling umum dan paling banyak digunakan untuk memberikan kemudahan akses naik dan turun secara mudah serta cepat. *Passenger elevator* biasanya memiliki kapasitas penumpang cukup banyak. Kecepatan dari *elevator* penumpang biasanya bergerak antara 0,5 sampai 3,5m/s (Prasetyo, 2022).



Gambar 2.2 Passenger Elevator

(Sumber: https://www.bsbasansor.com)

2. *Elevator* Barang (*Freight Elevator*)

Elevator barang dimaksudkan untuk memindahkan beban yang sangat berat, seperti kargo di gedung-gedung industri. Elevator ini tidak dimaksudkan untuk transportasi penumpang dan dirancang untuk tahan terhadap kondisi kerja yang lebih keras, itulah sebabnya interiornya difokuskan pada desain yang kokoh, dengan dinding dan lantai baja yang berat, bukan pilihan interior yang lebih menarik. Elevator barang sendiri memiliki kapasitas yang berbeda, yaitu berkisar 1-5 ton dengan ukuran dalamnya antara 1.60 x 2.10 m sampai 3.10 x 4.20 m.

Elevator barang ini digerakkan dengan kecepatan maksimum 1.5 - 2 m/detik atau rata-rata 0.25 - 1 m/detik (Prasetyo, 2022).



Gambar 2.3 Freight Elevator

(Sumber: https://www.pengadaan.web.id)

2.3 Dasar Hukum Mengenai Elevator

Dasar hukum mengenai eskalator di Indonesia baik desain maupun pemasangannya diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2017 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja *Elevator* Dan *Eskalator* dan beberapa peraturan lain sebagai berikut.

- 1. UU No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
- 2. PP No.23 Tahun 2004 tentang Badan Nasional Sertifikasi Profesi
- 3. SNI-1718-1989 tentang pemeriksaan dan pengujian lift
- Permen No.03/MEN/1995 tentang syarat-syarat penunjukan Perusahaan jasa K3 (PJK3)
- 5. Permen No.03/MEN/1999 tentang syarat-syarat keselamatan lift pengangkut orang dan barang
- 6. Permen No.407/BW/1999 tentang persyaratan teknisi lift
- 7. Permenaker No 5 Tahun 1985 tentang Pesawat Angkat Angkut.

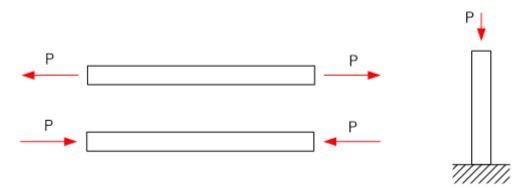
- 8. Permenaker No 6 Tahun 2017 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Elevator dan Eskalator.
- 9. SNI 05-2189-1999 tentang Definisi Istilah Lift dan Eskalator.

2.4 Gaya – gaya yang bekerja

Menurut Megson, T.H.G., (2005), elemen struktural dapat mengalami sistem pembebanan kompleks yang tampaknya terdiri dari beberapa jenis gaya yang berbeda. Akan tetapi, betapapun kompleksnya sistem tersebut, pembebanan terdiri dari maksimal empat jenis gaya dasar: gaya aksial, gaya lintang, torsi, dan *buckling*.

1. Gaya Aksial

Gaya aksial bekerja pada pusat aksis dari elemen struktur. Jika beban menyebabkan penambahan panjang dari elemen, maka gaya yang bekerja adalah gaya tarik. Jika beban menyebabkan elemen memendek, maka gaya yang bekerja adalah gaya tekan. Kondisi struktur ini biasanya ditemukan pada elemen-elemen struktur yang join-joinnya merupakan sendi seperti yang biasanya didapatkan pada sistem struktur rangka batang dengan elemen yang tertarik disebut batang tarik dan elemen yang tertekan disebut batang tekan. Selain itu elemen yang memikul beban tekan juga biasanya disebut dengan kolom.



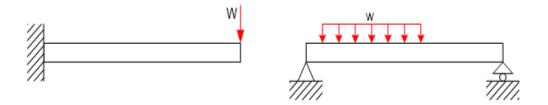
Gambar 2.4 Gaya-gaya Aksial pada Sistem Struktur

(Sumber: Megson, T.H.G., 2005)

2. Gaya Lintang

Gaya Lintang (D) adalah merupakan gaya-gaya yang akan menahan Geser yang terjadi pada Balok. Penentuannya juga ditinjau pada setiap titik dimana gaya bekerja. Dalam proses penggambarannya gaya lintang ini perlu diperhatikan

persyaratannya, dimana gaya lintang tersebut bernilai positif untuk gaya-gaya yang bekerja ke arah atas dan sebaliknya bernilai positif apabila bekerja kearah bawah. Gaya-gaya tersebut hanya bekerja pada satu arah yaitu (vertikal).

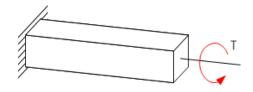


Gambar 2.5 Gaya-gaya Lintang pada Sistem Struktur

(Sumber: Megson, T.H.G., 2005)

3. Momen Gaya (Torsi)

Momen gaya atau torsi dapat didefinisikan sebagai gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar. Momen gaya atau torsi benilai positif untuk gaya yang menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar searah dengan putaran jam, dan akan bernilai negatif jika berputar berlawanan arah jarum jam.



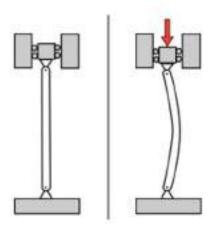
Gambar 2.6 Momen Gaya pada Sistem Struktur

(Sumber : Megson, T.H.G., 2005)

4. Buckling

Buckling atau tekuk merupakan proses gagalnya suatu struktur untuk mempertahankan bentuk aslinya, dengan begitu berubah bentuk untuk menemukan keseimbangan baru. Kegagalan yang disebabkan oleh ketidakstabilan struktur dapat terjadi pada berbagai material. Material akan mengalami buckling akibat pembebanan yang diterima berlebihan. Suatu

tumpuan juga mempengaruhi proses *buckling*. Fenomena *buckling* berkaitan dengan kekakuan elemen struktur. Suatu elemen yang mempunyai kekakuan kecil lebih mudah mengalami tekuk dibandingkan dengan yang mempunyai kekakuan besar. Semakin panjang suatu elemen struktur, maka semakin kecil kekakuannya. Konsekuensi buckling pada dasarnya adalah masalah geometrik dasar, dimana terjadi lendutan besar sehingga akan mengubah bentuk struktur.



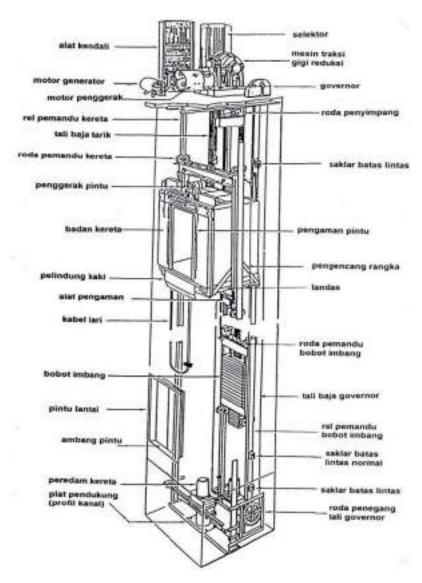
Gambar 2.7 Buckling Stress

(Sumber: Megson, T.H.G., 2005)

2.5 Mekanisme *Elevator*

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 (*counter weight*). Bobot kereta dan *counter weight* 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 *counter weight* bergerak sepanjang rel yang vertikal agar mereka tidak berayun-ayun.

Pada mesin *Lift 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*)" (Prasetyo, 2022).



Gambar 2.8 Bagian-bagian *Elevator*

(Sumber: Kusasi, 2012)

2.6 Besi UNP, Besi H Beam, Besi Hollow dan T Beam

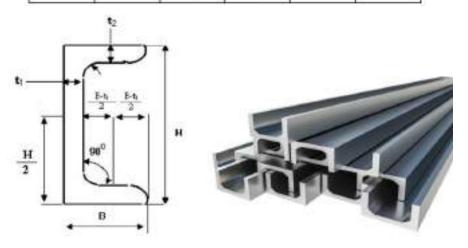
a. Besi UNP

Besi UNP adalah singkatan dari U-shaped Normal Profile yang artinya profil normal berbentuk U. Merupakan baja profil yang memiliki penampang berbentuk U dan pada salah satu sisi di kedua ujung sayapnya berbentuk bulat, baja UNP ini dihasilkan melalui proses canai panas (hot rolling mill) dengan bahan baku yang digunakan adalah beam blank, bloom dan billet baja tuang kontinyu. Permukaan baja UNP tidak boleh ada lipatan, gelombang, cerna yang dalam dan hanya boleh

berkarat ringan atau cacat-cacat yang lainnya atau tidak merugikan pada penggunaan akhir. Untuk ukuran panjang nominal dari baja UNP sendiri adalah 6 m, 9 m,12 m (SNI 07-0052-2006).

Tabel 2.1 Spesifikasi Besi UNP (SNI 07-0052-2006)

	Size		t1	12	kg/m
	н	В			840
U50	50	38	5	7	5.69
U65	65	42	5.5	7.5	7.09
U75	75	40	5	7	7
U80	80	45	6	8	8.8
U100	100	50	5	7.5	9.4
U120	120	55	7	9	13.4
U125	125	65	6	8	13.4
U140	140	60	7	10	16
U150	150	75	6.5	10	18.6
U150	150	75	9	12.5	24
U180	180	75	7	10.5	21.4
U200	200	80	7.5	11	24.6
U200	200	90	8	13.5	30.3
U250	250	90	9	13	34.6
U250	250	90	11	14.5	40.2
U300	300	90	9	13	38.1
U380	380	100	13	16.5	62
U380	380	100	13	20	67.3



Gambar 2.9 Dimensi Besi UNP

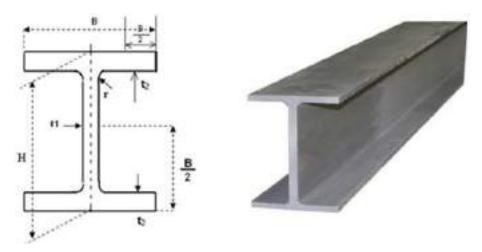
(Sumber : SNI 07-0052-2006)

b. Besi H Beam

Besi H *Beam* adalah baja profil berbentuk H dengan sayap lebar (*Wide Flange*) yang dihasilkan melalui proses canai panas (*Hot rolling mill*) dan proses pengelasan (*welded*). Untuk bahan baku besi H *beam* yang dibuat melalui proses canai panas (*hot rolling mill*) adalah *beam blank*, *bloom*, atau baja *billet* tuang kontinyu. Sementara untuk bahan baku besi H *beam* yang dibuat melalui proses pengelasan (*welded*) adalah baja lembaran, plat dan gulungan canai panas (Bj P) Sesuai SNI 07-0601 atau baja canai panas untuk konstruksi umum SNI 07-0722. Permukaan baja H *beam* dari proses canai panas (*hot rolled*) maupun proses pengelasan (*welded*) tidak boleh ada serpihan, lipatan, cerna yang dalam, retakan, gelombang dan hanya boleh berkarat ringan. Untuk ukuran panjang nominal dari baja H *beam* sendiri adalah 9 m, 12 m,15 m (SNI 2610:2011).

Tabel 2.2 Spesifikasi Besi H Beam (SNI 2610:2011)

H-BEAM SNI 2610:2011											
Nominal	Act	:ual	t1	t2	r	kg/m					
HxB	Н	В									
100 x 100	100	100	6	8	8	16.9					
125 x 125	125	125	6.5	9	8	23.6					
150 x 150	150	150	7	10	8	31.1					
175 x 175	175	175	7.5	11	13	40.4					
200 x 200	200	200	8	12	13	49.9					
	200	204	12	12	13	56.2					
250 x 250	250	250	9	14	13	71.8					
	250	255	14	14	13	81.6					
300 x 300	294	302	12	12	13	83.5					
	300	300	10	15	13	93.0					
	300	305	15	15	13	104.8					
350 x 350	344	348	10	16	13	113.0					
	350	350	12	19	13	134.9					
400 x 400	388	402	15	15	22	140.1					
	394	398	11	18	22	146.6					
	400	400	13	21	22	171.7					
	400	408	21	21	22	196.8					
	414	405	18	28	22	231.9					
	428	407	20	35	22	283.1					
	458	417	30	50	22	414.9					
	498	432	45	70	22	604.5					

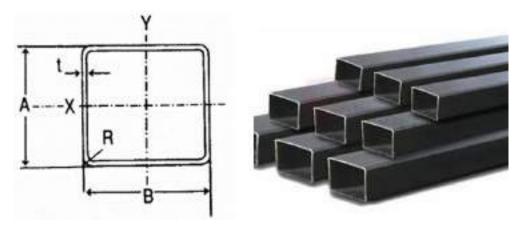


Gambar 2.10 Dimensi Besi H Beam

(Sumber: SNI 2610:2011)

c. Besi Hollow

Besi *hollow* adalah besi yang berbentuk *hollow* kotak (persegi maupun persegi panjang). Besi *hollow* merupakan pipa yang dilas dan melalui proses canai dingin (*cold formed*) dari *hot rolled steel strip*, sesuai dengan standar spesifikasi. Untuk proses canai dingin sendiri membuat struktur baja karbon menjadi bentuk bulat maupun persegi. Proses canai dingin (*cold formed*) menghasilkan hasil akhir yang bersih dan halus cocok untuk pengecatan dan aplikasi terbuka. Panjang standar pipa baja karbon dan pipa baja paduan untuk konstruksi umum adalah 6 m dan 12 m. (R. Gunawan, 1988).



Gambar 2.11 Dimensi Besi Hollow

(Sumber: R. Gunawan, 1988)

Tabel 2.3 Spesifikasi Besi *Hollow* (SNI 0068:2013)

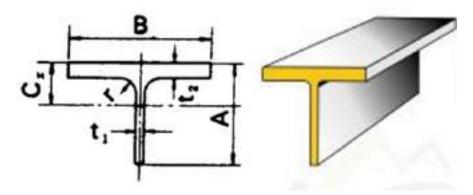
1920.000		1845° 10 1	Informasi teknis								
Sisi A x B (mm)	Tebal t (mm)	Berat W (kg/m)	Penampang melintang (cm²)	Momen inersia (cm ⁴)	Modulus seksion (cm ³)	Jari-jari girasi (cm)					
V75524538554	0.0000000000	\$66258.40K	(cm)	l _x , l _v	Z_x, Z_y	i _x , i _y					
16 x 16	1,2	0,53	0,637	0,24	0,30	0,60					
STEELES	1,4	0,60	0,767	0,27	0,33	0,59					
	1,6	0,67	0,856	0,29	0,36	0,58					
	1,8	0,74	0,939	0,31	0,38	0,57					
20 x 20	1,2	0,68	0,865	0,50	0,50	0,76					
	1,4	0,78	0,991	0,56	0,56	0,75					
	1,6	0,87	1,112	0,61	0,61	0,74					
	1,8	0,96	1,227	0,66	0,66	0,73					
25 x 25	1,2	0,87	1,105	1,03	0,82	0,96					
	1,4	1,00	1,271	1,16	0,93	0,95					
	1,6	1,12	1,432	1,28	1,02	0,95					
	1,8	1,25	1,587	1,39	1,11	0,94					
36 x 36	1,2	1,28	1,633	3,26	1,81	1,41					
	1,4	1,48	1,887	3,72	2,06	1,40					
	1,6	1,68	2,136	4,15	2,31	1,39					
	1,8	1,87	2,379	4,56	2,53	1,38					
38 x 38	1,2	1,36	1,729	3,86	2,03	1,49					
00 / 00	1,4	1,57	1,999	4,41	2,32	1,48					
	1,6	1,78	2,264	4,93	2,59	1,48					
	1,8	1,98	2,523	5,42	2,86	1,47					
40 x 40	1,2	1,43	1,825	4,53	2,27	1,58					
10 % 10	1,4	1,66	2,111	5,18	2,59	1,57					
	1,6	1,88	2,392	5,79	2,90	1,56					
	1,8	2,09	2,667	6,39	3,19	1,55					
	2,3	2,62	3,332	7,73	3,86	1,52					
50 x 50	1,6	2,38	3,032	11,70	4,68	1,96					
00 11 00	2,3	3,34	4,252	15,90	6,34	1,93					
	3,2	4,50	5,727	20,40	8,16	1,89					
60 x 60	1,6	2,88	3,672	20,70	6,89	2,37					
00 7 00	2,3	4,06	5,172	28,30	9,44	2,34					
	3,2	5,50	7,007	36,90	12,30	2,30					
75 x 75	1,6	3,64	4,632	41,30	11,00	2,99					
10110	2,3	5,14	6,552	57,10	15,20	2,95					
	3,2	7,01	8,927	75,50	20,10	2,91					
	4,5	9,55	12,170	98,60	26,30	2,85					
80 x 80	2,3	5,50	7,012	69,90	17,50	3,16					
00 11 00	3,2	7,51	9,567	72,70	23,20	3,11					
	4,5	10,30	13,070	122,00	30,40	3,05					
90 x 90	2,3	6,23	7,932	1010	22,40	3,56					
00 1 00	3,2	8,51	10,850	1350	29,90	3,52					
100 x 100	2,3	6,95	8,852	1400	27,90	3,97					
	3,2	9,52	12,130	1870	37,50	3,93					
	4,0	11,70	14,950	2260	45,30	3,89					
	4,5	13,10	16,670	2490	49,90	3,97					
	6,0	17,00	21,630	3110	62,30	3,79					
	9,0	24,10	30,670	4080	81,60	3,65					
	12,0	30,20	38,530	4710	94,30	3,50					

d. Besi T Beam

T *Beam* adalah profil baja berbentuk T yang digunakan dalam konstruksi dan merupakan modifikasi dari WF atau H *Beam*. T *Beam* adalah jenis profil baja yang tidak memiliki *flange* bagian bawah karena telah dipotong sedemikian rupa. Setidaknya, ada dua jenis T *Beam* saat ini yakni T *Beam* pabrikan yang diproduksi langsung di pabrik dengan metode *hot rolled steel* dan T *beam* manual yang dibuat dengan memanfaatkan WF dan H-*Beam* yang sudah ada dan dipotong secara memanjang (R. Gunawan, 1988).

Tabel 2.4 Spesifikasi Besi T Beam (R. Gunawan, 1988).

Section	Weight	Depth of Section	Flange Width	Thic	Range	Corner Redius	Sectional	Mon	ent of ersa	Radi	us of ation	Mod. Sec	dus of	Centre o
Index	30170	(A)	(8)	(t)	(t _a)	(e)	Aree	Jz	Jy	ie	ly	Zr	Zy	Co
mm	kg/m	mm	mm	mm	- ma	mm	cm ¹	cm ¹	cm ^a	cm	cm	GM ¹	cm ¹	cm
	41.1	125	255	14	14	16	52.34	589	1.940	3.36	8.09	50.4	152	2.58
202-1202	35.2	128	250	9	14	16	46.09	412	1,820	2.99	6.29	39.5	146	2.08
250×250	33.2	124	249	8	13	16	42.35	364	1,670	2.93	6.29	34.9	134	1.98
	32.2	122	262	11	11	16	41,03	445	1,470	3.28	5.98	45.3	117	2,39
250×175	22.1	122	175	7	.11	16	28.12	289	492	3.20	4.18	29.1	56.3	2.27
	14.8	125	125	0	,	12	18.83	248	147	3.63	2.79	25.6	23.5	2.78
250×125	12.8	124	124	5		12	16.34	208	127	3.57	2.79	21.3	20.5	2.63
	32.8	104	202	10	16	13	41.65	251	1,100	2.45	5.13	29.5	109	1.91
200×200	29.1	100	204	12	12	13	35.77	256	851	2.67	4.00	32.4	83.4	2.09
0.5000000000000000000000000000000000000	24.9	100	200		12	13	31,77	184	901	2.41	5.02	22.3	80.1	1,73
200×150	15.3	97	150	6		13	19.51	125	254	2.53	3.61	15.8	33.8	1.79
200×100	10.7	100	100	5.5	8	11	13.58	114	67.0	2.90	2.22	14.0	13.4	2.29
200 / 100	9.10	90	99	4.5	7	11	11.59	93.8	56.8	2.84	2.21	12.1	11.5	2,14
175×175	20.1	87.5	175	7.5	11	12	25.61	115	492	2.12	4.38	15.9	56.2	1.55
175×125	11.6	84.5	125	5.5	8	12	14.83	74.1	131	2.24	2.97	10.9	20.8	1.63
175× 90	9.05	87.5	80	5	8	9	11.52	707	48.7	2.48	2.06	10.4	10.8	1,93
150×150	15.0	76	150	7	10	11	20.07	98.4	282	1.82	3.75	10.8	37.6	1,37
150×100	10.5	74 .	100	8	9	11	13.42	51.7	75.3	1.96	2.37	8.84	15,1	1.55
150× 75	7.01	75	76	5	7	8	8.925	42.6	24.7	2,18	1.66	7.46	6.59	1.79
125×125	11.9	62,5	125	6.6	9	10	15.16	36.0	147	1.62	3.11	6.91	23.5	1.19
125× 60	6.61	62.5	60	6	8	9	8.418	27.5	14.6	1.81	1.32	5.98	4.86	1.64
100×100	8.60	50	100	8		10	10.95	16.1	68.9	121	2.47	4.03	13.4	1.00
100× 50	4.65	50	50	5	,	8	5.825	11.8	7.39	1.41	1.12	3.18	2.96	1.28



Gambar 2.12 Dimensi Besi T Beam

(Sumber: R. Gunawan, 1988)

2.7 Struktur Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai grade—nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras dengan mencegah *dislokasi* bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel (Tarkono dkk, 2012).

Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya, yaitu baja karbon rendah disebut baja ringan (*mild stell*) atau baja perkakas, bukan baja yang keras, karena kandungan karbonnya rendah kurang dari 0,3%. Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3-0,6% dan memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon tinggi mengandung karbon 0,6-1,5%, dibuat dengan cara digiling panas (Amanto dan Daryanto, 1999).

2.7.1 Klasifikasi Baja

Menurut ASM handbook vol.1.2:329 (1993), baja dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya yaitu baja karbon dan baja paduan. Klasifikasi baja karbon dan baja paduan berdasarkan komposisi kimianya sebagai berikut:

1. Baja Karbon

Baja karbon terdiri dari besi dan karbon. Karbon merupakan unsur pengeras besi yang efektif dan murah. Oleh karena itu, pada umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Perbedaan persentase kandungan karbon dalam campuran logam baja menjadi salah satu pengklasifikasian baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi ke dalam tiga macam yaitu:

• Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3 % C. Baja karbon rendah merupakan baja yang paling murah diproduksi diantara semua karbon, mudah di machining dan dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus. Sehingga pada penggunaannya, baja jenis ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, kaleng, pagar dan lain-lain.

• Baja karbon menengah (Medium Carbon Steel)

Baja karbon menengah memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yaitu kekerasannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah, kekuatan tarik dan batas renggang yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan untuk pengelasan, dan dapat dikeraskan (quenching) dengan baik. Baja karbon rendah dapat digunakan untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi dan lain-lain.

• Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja yang mengandung kandungan karbon 0,6% - 1,7%C dan memiliki tahan panas yang tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik yang paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas dan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji dan lain-lain (ASM handbook, 1991).

2. Baja Paduan

Baja paduan didefinisikan sebagai suatu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel, mangan, kromium dan wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya. Paduan dari beberarapa unsur yang berbeda memberikan sifat khas dari baja. Misalnya baja yang dipadu dengan Ni dan Cr akan menghasilkan baja yang mempunyai sifat keras dan ulet.

Berdasarkan kadar paduannya baja paduan dibagi menjadi tiga macam yaitu:

- Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)
 Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lainlain. Biasanya digunakan untuk membuat perkakas potong, gergaji, cetakan penarikan, pahat kayu, mata pisau, pemotong kikir, gurdi batu.
- Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)
 Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya
 2,5% 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. Biasanya digunakan untuk membuat alat pengukur, cetakan penarikan, rol derat, mata gunting untuk plat tebal.
- Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)
 Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% wt, misalnnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain (Amanto dan Daryanto, 1999).

2.7.2 Sifat Mekanis Logam

Sifat-sifat mekanik logam (*mechanical properties of metals*) adalah kemampuan suatu logam dalam mempertahankan kondisinya dari deformasi akibat beberapa beban kerja, baik beban dinamis, beban kejut, gaya yang bekerja pada pada temperatur tinggi, creep, dll. Sifat logam tersebut dapat dijabarkan meliputi kekuatan tarik (*tensile strenght*), kekuatan geser, kekerasan (*hardness*), ketahanan aus, kerapuhan (*brittle*), keuletan (*ductility*), ketahanan lengkung, puntiran, dll. Untuk itu logam sangat penting diketahui sifatnya ketika masih berupa bahan agar

memudahkan dalam menentukan pemilihan proses, menentukan parameter proses dan menyimpulkan bahan baku yang sesuai (F.R. Bethony, 2022)

1. *Stiffness* (kekakuan)

Sifat bahan yang mampu renggang pada tegangan tinggi tanpa diikuti regangan yang besar. Ini merupakan ketahanan terhadap deformasi. Kekakuan bahan merupakan fungsi dari Modulus elastisitas E. Sebuah material yang mempunyai nilai E tinggi seperti baja, E=207.000 Mpa, akan berdeformasi lebih kecil terhadap beban (sehingga kekuatannya lebih tinggi) daripada material dengan nilai E lebih rendah, misalnya kayu dengan E=7000 Mpa atau kurang.

2. *Strength* (kekuatan)

Sifat bahan yang ditentukan oleh tegangan paling besar material mampu renggang sebelum rusak (*failure*). Ini dapat didefinisikan oleh batas proporsional, titik mulur atau tegangan maksimum. Tidak ada satu nilai yang cukup bisa untuk mendefinisikan kekuatan, karena perilaku bahan berbeda terhadap beban dan sifat pembebanan.

3. *Elasticity* (elastisitas)

Sifat material yang dapat kembali ke dimensi awal setelah beban dihilangkan. Sangat sulit menentukan nilai tepat elastisitas. Yang bisa dilakukan adalah menentukan rentang elastisitas atau batas elastisitas.

4. *Ductility* (keuletan)

Sifat bahan yang mampu deformasi terhadap beban tarik sebelum benar-benar patah (*rupture*). Material ulet adalah material yang dapat ditarik menjadi kawat tipis panjang dengan gaya tarik tanpa rusak. Keuletan ditandai dengan persen perpanjangan panjang ukur spesimen selama uji tarik dan persen pengurangan luas penampang. Besar keuletan dapat dinyatakan dengan pernyataan sebagai berikut:

- Persen Pertambahan = (pertambahan panjang ukur : panjang ukur awal) x
 100 %
- Persen Pengurangan luas = ((luas awal luas akhir) : luas awal x 100%

5. *Brittleness* (kegetasan)

Menunjukan tidak adanya deformasi plastis sebelum rusak. Material yang getas akan tiba-tiba rusak tanpa adanya tanda terlebih dahulu. Material yang getas tidak mempunyai titik mulur atau proses pengecilan penampang (*necking down process*) dan kekuatan patah = kekuatan maksimum. Material getas umumnya lemah dalam uji tarik, sehingga penentuan kekuatan dengan uji tekan.

6. *Malleability* (kelunakan)

Sifat bahan yang mengalami deformasi plastis terhadap beban tekan yang bekerja sebelum benar-benar patah. Kebanyakan material yang sangat liat adalah material yang cukup lunak.

7. *Toughness* (ketangguhan)

Sifat material yang mampu menahan impact atau beban kejut. Jika sebuah menerima beban *impact*, maka sebagian energi diserap dan sebagian energi dipindahkan. Pengukuran ketangguhan = luas daerah dibawah kurva tegangan-regangan dari titik asal ke titik patah.

8. *Resilience* (kelenturan)

Sifat material yang mampu menerima beban impact tinggi tanpa menimbulkan tegangan lebih pada batas elastis. Ini menunjukan bahwa energi yang diserap selama pembebanan disimpan dan dikeluarkan jika material tidak dibebani. Pengukuran kelenturan sama dengan pengukuran ketangguhan (F.R. Bethony, 2022).

2.7.3 Baja st 37

Baja St 37 adalah baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1045, dengan komposisi kimia Karbon : 0.5 %, Mangan : 0.8 %, Silikon : 0.3 % ditambah unsur lainnya. Dengan kekerasan \pm 170 HB dan kekuatan tarik 650 - 800 N/mm2. Secara umum baja St 37 dapat digunakan langsung tanpa mengalami perlakuan panas, kecuali jika diperlukan pemakaian khusus (Junaidi, 2018).

2.7.4 Penggunaan Baja st 37

Baja karbon sedang (ST 37) memiliki kandungan karbon lebih dari 0,3 %. Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan

seperti roda gigi, poros, dll karena sangat ulet. Dikarenakan kekerasan pemukaan dari baja tersebut tergolong sedang sehingga jika ingin digunakan untuk konstruksikonstruksi yang memerlukan kekerasan permukaan yang tinggi, maka perlu dimodifikasi atau memperbaiki sifat kekerasan pada permukaannya. (W. M. E. Wattimena & Louhenapessy, 2014).

2.8 Bearing

Bantalan (*bearing*) adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *Bearing* tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Jadi *Bearing* dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung (Sularso, 2004).



Gambar 2.13 *Bearing*

(Sumber: http://pslinc.com)

2.9 Plat Bordes

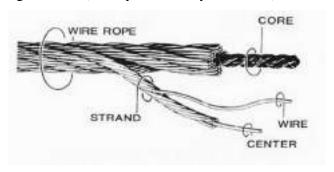
Plat bordes adalah plat baja yang permukaannya memiliki tekstur atau pola yang menonjol. Pola ini biasanya berbentuk kotak-kotak kecil atau bentuk berlian yang simetris. Plat bordes umumnya terbuat dari baja karbon, baja tahan karat, atau aluminium, dan dikenal karena ketahanan dan fungsionalitasnya yang tinggi.



Gambar 2.14 *Plat Bordes*(Sumber : https://lasercutdepok.com)

2.10 Tali Baja

Tali baja (*steel wire rope*) adalah tali baja yang dikontruksikan dari kumpulan jalinan serat baja (*steel wire*). Mula-mula beberapa serat dipintal hingga jadi satu jalinan, kemudian wayar dijalin pula menjadi satu kesatuan (*strand*), setelah itu beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (*core*). Tali baja lebih banyak digunakan secara luas pada mesin-mesin pengangkut sebagai perabot pengangkat dibandingkan dengan rantai. Tali baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta memindahkan gerakan dan gaya. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*) dengan b = kekuatan130-200 kg/mm². Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (*strand*), kemudian beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (*core*) sehingga membentuk tali. Tali baja banyak sekali digunakan pada mesin pengangkat karena dibandingkan dengan rantai (A. Zayadi & Cahyono, 2020)



Gambar 2.15 Tali Baja

(Sumber: https://www.pinterest.com)

2.11 Roda Penjepit

Roda Penjepit adalah alat pengikat yang digunakan untuk menahan atau mengamankan benda-benda dengan erat untuk mencegah gerakan atau pemisahan melalui penerapan tekanan ke dalam. Pengaman ini berfungsi untuk menjaga sangkar *elevator* barang jangan sampai jatuh jika tali baja putus.

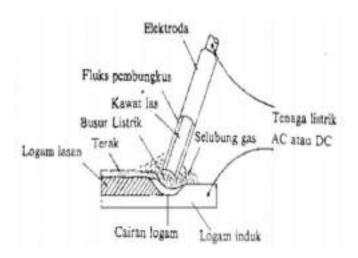


Gambar 2.16 Roda Penjepit (Sumber : https://konlift.com)

2.12 Definisi Pengelasan & Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding)

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto, 1996).

Las elektroda terbungkus atau SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa kini. Dalam cara pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan *fluks*. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair. Selaput elektroda yang turut terbakar akan mencair dan menghasilkan gas yang melindungi ujung elektroda kawah las, busur listrik terhadap pengaruh udara luar. Cairan selaput elektroda yang membeku akan menutupi permukaan las yang juga berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar (Wiryosumarto, 1996).



Gambar 2.17 Pengelasan SMAW

(Sumber: Wiryosumarto, 1996)

Kondisi peralatan dan sumber daya manusia (SDM) yang tersedia sama-sama berkontribusi terhadap keberhasilan pengelolaan pekerjaan las. Untuk mengelola masalah dalam pekerjaan pengelasan, diperlukan sumber daya manusia dengan kekayaan pengetahuan dan keahlian di bidang operator las. Pekerjaan pengelasan yang sukses ditentukan tidak hanya oleh teknologi pengelasan yang digunakan, tetapi juga oleh langkah-langkah persiapan yang tepat yang dilakukan sebelum membuat penilaian. Pilihan dan keputusan yang tepat yang sangat membantu penanganan pekerjaan las dapat ditemukan pada sumber daya manusia yang berpengetahuan dan berpengalaman. Pilihan dan keputusan ini termasuk tentang jenis elektroda, jenis pelapisan, ukuran elektroda, jenis material, bentuk alur sambungan, posisi pengelasan, teknik pengelasan, dan banyak lagi, yang semuanya berdampak signifikan pada produktivitas dan kaliber kerja.

2.13 Motor Listrik

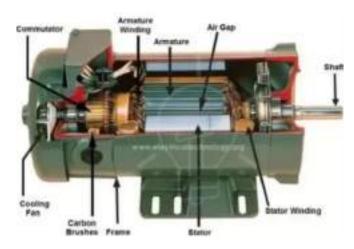
Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator atau dinamo. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa kutub-kutub dari

magnet yang senamaakan tolak menolak dan kutub yang tidak senama akan tarik menarik. Dengan terjadinya proses ini maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap (Bagia & Parsa, 2018).

Motor listrik dapat kita temukan di peralatan rumah tangga seperti: kipas angin, mesin cuci, blender, pompa air, *mixer* dan penyedot debu. Adapun motor listrik yang digunakan untuk kerja (industri) atau yang digunakan dilapangan seperti: bor listrik, gerinda, *blower*, menggerakan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Secara umum motor listrik ada 2 yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC.

a. Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/ direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Keuntungan penggunaan motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC umumnya dibatasi untuk penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, ini dikarenakan karena sering terjadi masalah dengan perubahan ara harus listrik mekanis pada ukuranyang lebih besar. Motor DC juga relative lebih murah dari pada motor AC.

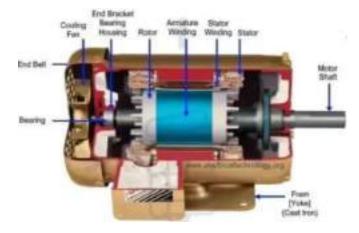


Gambar 2.18 Motor DC

(Sumber: https://www.slideshare.net)

b. Motor AC

Motor arus bolak balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik: "stator" dan" rotor". Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar poros motor. Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variable untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling popular di industri karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC) (Bagia & Parsa, 2018).



Gambar 2.19 Motor AC

(Sumber: https://www.slideshare.net)

2.14 Rem Elektromagnetik

Rem elektromagnetik adalah rem mekanis yang menyebabkan perlambatan dengan menerapkan elektromagnetik induksi pada rem cakram dengan arah yang berlawanan dengan rotasi cakram yang sebenarnya. Jika roda bergerak searah jarum jam, maka medan magnet akan berlawanan arah jarum jam. Tanpa kontak fisik kontak, pergerakan roda terhambat ketika medan magnet tercipta. Peran utama sistem pengereman adalah untuk membatalkan atau mengurangi kecepatan objek.

Selama pengereman, rem menyerap energi kinetik dan tarikan kekuatan untuk menghentikan objek energi yang diserap kemudian diubah menjadi panas (Tchendjeu & Ecladore, 2023)

Pengereman eddy current tidak melibatkan kontak fisik langsung antara komponen pengereman dan benda yang diberhentikan. Hal ini menghindari keausan dan perawatan yang umumnya terkait dengan pengereman konvensional yang menggunakan pelat gesekan. Karena tidak ada gesekan mekanis yang mengakibatkan keausan, pengereman eddy current memiliki umur pakai yang lebih panjang daripada sistem pengereman konvensional. Hal ini mengurangi biaya perawatan dan penggantian komponen (E. Arrofiq dkk, 2021)



Gambar 2.20 Rem Elektromagnetik (Sumber : https://favpng.com)

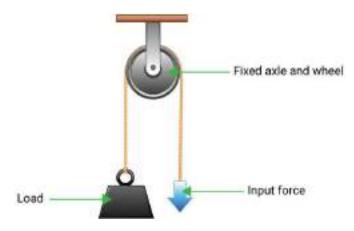
2.15 *Pulley*

Pulley adalah elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk. Pulley bekerja dengan mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi. Pulley tersebut berasal dari besi cor, baja cor, baja pres atau aluminium (Mott, 2009). Pulley diklasifikasikan menjadi 2 (dua) jenis yaitu:

a. *Pulley* tetap (*Fixed Pulley*)

Merupakan *pulley* yang posisinya tidak berpindah pada saat digunakan. Terdiri dari sebuah cakra dan sebuah tali yang dilingkarkan pada alur (*groove*) di bagian

atasnya dan pada ujungnya digantungi beban. *Pulley* jenis ini biasanya dipasang pada tempat tertentu. *Pulley* ini berfungsi untuk membelokkan arah gaya.

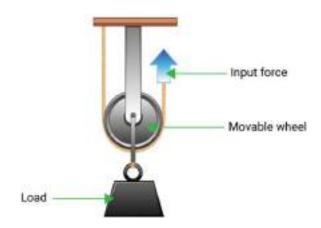


Gambar 2.21 Pulley tetap

(Sumber: https://www.shutterstock.com)

b. Pulley bebas (Movable Pulley)

Merupakan *pulley* yang posisinya dapat berubah dan tidak dipasang pada tempat tertentu. *Pulley* jenis ini biasanya ditempatkan diatas tali yang kedudukannya dapat berubah. *Pulley* jenis ini terdiri dari cakra dan poros yang bebas, tali dilingkarkan dalam alur bawah, salah satu ujung tali dilingkarkan tetap dan ujung lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan, beban digantungkan pada kait (*hook*) (Mott, 2009).



Gambar 2.22 Pulley bebas

(Sumber: https://www.shutterstock.com)

2.16 Rumus – rumus yang akan digunakan

Berikut ini rumus-rumus yang digunakanpada perencanaan *elevator* berdasarkan buku N.Rudenko. Mesin Pengangkat. 1996.

2.16.1 Sangkar *Elevator*

a. Berat Sangkar

Beban sangkar kosong harus memenuhi syarat tertentu agar tali tetap tegang, sehingga tidak terjadi slip. Dalam praktek berat sangkar kosong = 1,8 sampai 2,2 x kapasitas angkat (Qp). (SNI 03-6573-2001)

Maka diasumsikan beban sangkar kosong:

G sangkar =
$$2 \times Q$$
 kapasitas pengangkat -----(2.1)

b. Berat Total

$$G \text{ total} = G \text{ sangkar} + Q \text{ kapasitas pengangkatan} -----(2.2)$$

c. Tinggi Sangkar

$$T = 1.8 + (40\% . 1.8)$$
 -----(2.3)

d. Luas Penampang

L = Luas Penampang

$$L = 2 x (pl + pt + lt)$$
 -----(2.4)

Dimana:

L = Luas permukaan

Pl = Panjang x lebar

pt = Panjang x tinggi

= Lebar x tinggi

e. Perhitungan berat rangka sangkar aktual

$$W = (m_{total} \times g)$$
 -----(2.5)

Dimana:

W = Massa aktual konstruksi sangkar (N)

 $m_{total} = Berat total (kg)$

g = Percepatan Gravitasi 9,8 m/s²

m = Massa material (kg)

 ρ = Massa jenis material st 37 (7850kg/m³ = 7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)

V = Volume material

f. Tekanan pada lantai sangkar

$$F = (m \cdot g) + (m \cdot a)$$
 (2.6)

F = Gaya tekan saat lift naik (N)

m = Massa (kg)

a = Percepatan sesaat *elevator* $(0,17 \text{ m/s}^2)$

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Setelah mendapatkan gaya lalu ke rumus tekanan

$$P = \frac{F}{A}$$
 -----(2.7)

P = Tekanan (N/m^2)

F = Gaya Tekan (N)

A = Luas Alas (m²)

2.16.2 Tali Baja

a. Tegangan tarik maksimum pada tali baja

$$S = \frac{Q}{n \times \eta \times \eta_1} - (2.8)$$

Dimana:

S = Tegangan tarik maksimum pada tali baja (kg)

Q = Berat muatan yang diangkat/muatan total (4500 kg)

n = Jumlah puli yang menyangga (2)

 η = Efesiensi puli (0,971) tabel 2.5

η₁ = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuannya ketika menggulung pada drum 0,98 (N. Rudenko, hal 41)

b. Kekuatan putus tali sebenarnya

$$P = S.K$$
 -----(2.9)

Dimana:

P = Kekuatan putus tali sebenarnya (kg)

S = Kekuatan putus tali (kg)

K = Faktor keamanan (5,5) tabel 2.8

Tabel 2.5 Efisiensi Pulley (Rudenko, 1996)

Pulley Tunggal		Pulley Ganda		Efisiensi	
Jumlah Alur	Jumlah Pulley yang Berputar	Jumlah Alur	Jumlah Pully yang Berputar	Gesekan pada permukaan pulley (sliding)	Gesekan angular pada permukaan pulley (rolling)
2	1	4	2	0.951	0.971
3	2	6	4	0.906	0.945
4	3	8	6	0.861	0.918
5	4	10	8	0.823	0.892
6	5	12	10	0.784	0.873

c. Sedangkan untuk mencari diameter tali dan diameter kawat adalah sebagai berikut :

$$d = 1.5 \times \delta \times i - (2.10)$$

Dimana:

 δ = Diameter kawat (mm)

d = Diameter tali (mm)

i = Jumalah kawat dalam tali

d. Adapun tegangan pada tali yang dibebani pada bagian yang melengkung karena tarikan dan lenturan adalah :

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{\sigma_b}{K} - \dots (2.12)$$

Dimana:

 σ_{Σ} = Tegangan tali pada bagian yang melengkung(kg/mm²)

 σ_b = Tegangan patah bahan 180kg/mm² (N. Rudenko, hal 44)

K = Faktor keamanan(5,5) tabel 2.8

e. Tegangan maksimum tali baja yang diizinkan

$$S_{izin} = \frac{P_b}{K}$$
 -----(2.13)

Dimana:

Sizin = Tegangan maksimum tali baja yang diizinkan (kg)

 P_h = Beban patah (kg)

K = Faktor keamanan(5,5) tabel 2.8

f. Luas penampang tali baja

Dimana:

F = Luas penampang tali baja (cm²)

S = Tegangan tarik maksimum pada tali baja (kg)

 $\sigma b = \text{Tegangan patah bahan } 180 \text{kg/mm}^2 \text{ (N. Rudenko, hal 44)}$

K = Faktor keamanan tali (5,5) tabel 2.8

 $\frac{d}{D_{min}}$ = Perbandingan diameter puli dan diameter tali baja (tabel 2.6)

g. Tegangan tarik aktual pada tali baja

Dimana:

 σ_t = Tegangan tarik aktual pada tali baja (kg/mm²)

S = Tegangan tarik maksimum pada tali baja (kg)

F = Luas penampang tali baja (cm²)

d d Jumlah d d Jumlah Jumlah Jumlah D \overline{D} D D Lengkungan Lengkungan Lengkungan Lengkungan 5 9 32 13 1 16 26.5 36 2 20 28 10 33 14 37 6 3 23 7 30 34 15 37.5 11 8 4 25 31 12 35 16 38

Tabel 2.6 Faktor Lengkungan (Rudenko, 1996)

h. Perhitungan Pemuluran Tali Baja

Tali mengalami pemuluran tiap tahunnya sebesar:

$$\Delta P = \frac{\ell_{0 \times \sigma}}{E} - (2.16)$$

Dimana:

 P_0 = Panjang awal tali (mm)

 ΔP = Kemuluran absoult (mm)

 σ = Tegangan (N/mm²)

E = Modulus Elastis 800.000 kg/cm² (N. Rudenko, hal 39)

2.16.3 Diameter Puli

Diameter puli dapat ditentukan apabila sudah dipilih tali baja yang akan dipakai dimana diameter puli minimum didapat dari rumus :

$$D_{min} = e_1 \times e_2 \times d - (2.17)$$

Tabel 2.7 Faktor Kontruksi Tali Baja e2 (Rudenko,1996)

Kontruksi Tali Baja	Faktor e ₂
Ordinary 6 x 19 = fc	
Cros Lay	1.00
Lang Lay	0.90
Warington 6 x 19 = fc	
CrosLay	0.90
LangLay	0.85

Scale 6x19=fc	
Cros Lay	0.95
Lang Lay	0.85
Ordinary 6 x 37 = fc	
CrosLay	1.00
Lang Lay	0.90

Tabel 2.8 Nilai Faktor Keamanan dan Nilai e_1 (Rudenko,1996)

Tipe Alat Pengangkat		Digerakan Oleh	Kondisi Operasional	K	e_1
1.	Lokomotif,	Tangan	Ringan	4	16
	caterpillar, mounted	Daya	Ringan	5	16
	traktor, truk yang	Daya	Medium	5.5	18
	mempunyai crane	Daya	Berat	6	20
	pilar.				
2.	Semua tipe lain dari	Tangan	Ringan	4.5	18
	crane dan	Daya	Ringan	5	20
	pengangkat mekanis.	Daya	Medium	5.5	25
		Daya	Berat	6	30
3.	Derek yang	-	-	4	12
	dioperasikan dengan				
	tangan kapasitas 1				
	ton				
4.	Pengangkat dengan	-	-	5.5	20
	troli				
5.	Penjepit mekanis	-	-	5	20

2.16.4 Menghitung Daya Motor Penggerak

a. Daya motor penggerak

Untuk menentukan daya motor suatu penggerak mekanisme pada *elevator* adalah sebagai berikut (N.Rudenko. Mesin Pengangkat. 1996.):

Penentuan daya motor dikalikan kerugian (10%) $P = (Q \times 10\%) + Berat total$

Dimana:

P = Daya motor (Hp)

Q = Kapasitas angkat rencana (kg)

V = Kecepatan angkat (0,12m/detik)

η = Efisiensi sistem transmisi 0,85 (N. Rudenko, hal 301)

$$Pd = P. \delta$$
 -----(2.19)

Dimana:

 δ = Koefisien efek massa mekanisme transmimsi 1,1 sampai 2,5 (N. Rudenko, hal 298)

Pd = Daya rencana motor (Hp)

b. Kecepatan putar motor

Maka putaran motor dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$N = \frac{f \times 120}{p} = \dots rpm$$
 -----(2.20)

Dimana:

N = Jumlah putaran permenit (rpm)

f = Frekuensi 50 Hz (SNI 04-1922-2002)

P = Jumlah kutub gulungan (pole)

c. Menentukan Torsi motor

$$T = \frac{5252 \times P}{N} = \dots N/m$$
 -----(2.21)

Dimana:

T = Torsi(N/m)

5252 = 5252 merupakan nilai ketetapan (Konstanta) untuk daya motor dalam satuan (Hp)

P = Daya dalam satuan (Hp)

N = Jumlah putaran permenit (rpm)

2.16.5 Konstruksi Rangka *Elevator*

Rumus yang digunakan pada perhitungan elevator sebagai berikut:

1. Perhitungan Berat Aktual Konstruksi Elevator

$$F_{elevator} = (m_{total} \times g)$$
-----(2.22)

Dimana:

F_{elevator} = Massa aktual konstruksi *elevator* (N)

 m_{total} = Berat total (kg)

g = Percepatan Gravitasi 9,8 m/s²

m = Massa material (kg)

 ρ = Massa jenis material st 37 (7850kg/m³ = 7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)

V = Volume material

- 2. Perhitungan Baut (Ir. Sularso, MSME. 2004)
 - a. Tegangan tarik pada baut

$$\sigma_{\rm t} = \frac{W}{(\frac{\pi}{4})d_1^2} - \dots (2.23)$$

Dimana:

 σ_t = Tegangan tarik pada baut (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut (kg)

 d_1 = Diameter inti baut (13,835 mm) (Sularso, hal 290)

b. Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg/mm²)

Dimana:

q = Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut (kg)

d₂ = Diameter efektif ulir luar (14,701 mm) (Sularso, hal 290)

h = Tinggi kaitan (1,083 mm) (Sularso, hal 290)

L = Panjang ulir (60 mm)

 $z = Jumlah lilitan ulir baut (\frac{L}{pitch})$

c. Tegangan geser pada baut (kg/mm²)

$$\tau_b = \frac{W}{\pi . d_1. \text{k.p.z}}$$
 -----(2.25)

Dimana:

 τ_b = Tegangan geser pada baut (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut (kg)

d₁ = Diameter inti baut (13,835 mm) (Sularso, hal 290)

p = Jarak bagi (2 mm)

k = Faktor koreksi baut metriks (0,84) (Sularso, hal 297)

 $z = Jumlah lilitan ulir baut (\frac{L}{pitch})$

d. Tegangan geser pada mur (kg/mm²)

$$\tau_n = \frac{W}{\pi.D.j.p.z} \tag{2.26}$$

Dimana:

 τ_n = Tegangan geser pada mur (kg/mm²)

D = Diameter luar mur (mm)

j = Faktor koreksi mur metriks (0,75) (Sularso, hal 297)

p = Jarak bagi (2 mm)

H = Tinggi mur (0.8 - 1.0)d (Sularso, hal 297)

z = Jumlah ulir mur $(\frac{H}{n})$

3. Menghitung Waktu Pengangkatan

$$t = \frac{s}{v}$$
 -----(2.27)

Dimana:

t = Waktu(s)

s = Jarak(m)

v = Kecepatan (m/s)

4. Distribusi Beban Kontruksi Elevator

Distribusi beban = Q sangkar + Beban yang diangkat + Massa mesin hoist

5. Teori Rangka *Elevator*

Untuk kenyamanan dan keamanan pada kegiatan didalam *Elevator*, maka dipersiapkan suatu material baja dan konsep perencanaan struktur baja yang digunakan untuk rangka kontruksi *Elevator* pada laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang ialah baja SNI 03-1729-2002 mengambil beberapa sifat mekanik dari material yang baja sama.

Modulus elastisitas : E = 200.000 MPa

Modulus geser : G = 80.000 MPa

Nisbah poisson : $\mu = 0.3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^{\circ}C$

Tabel 2.9 Sifat mekanis baja struktural (SNI 03-1729-2002)

Jenis Baja	Tegangan putus	Tegangan leleh	Peregangan
	minimum, f_u	minimum, f_y	minimum (%)
	(MPa)	(MPa)	
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ50	500	290	16
BJ55	550	410	13

Perencanaan rangka kontruksi *Elevator* pada laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang dengan menggunakan besi baja H *Beam* 150 x 150 x 7 x 10 utuk bagian vertikal, baja H *Beam* 125 x 125 x 6,5 x 9 untuk bagian horizontal dan UNP 120 x 55 x 7 x 9 untuk bagian penguat *frame*.

Sebelum mengetahui ketahanan pada kontruksi *Elevator* tersebut, maka direncanakanlah ukuran rangka *Elevator* yang akan kita buat agar mengetahui apa yang akan dibutuhkan pada perancangan *Elevator* pada laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA

a. Panjang rangka *Elevator* : 2500 mmb. Lebar rangka *Elevator* : 2300 mm

c. Tinggi setiap rangka *Elevator*

: 3500 mm

d. Tinggi room machine

: 700 mm

6. Pengelasan

Dalam perancangan kontruksi *elevator* dibutuhkan pengelasan menggunakan pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan kawat las ER70S-G, dan memiliki nilai mutu F_{nw} = 70 Ksi = 482,633 N/mm² untuk pengelasan pada rangka H *Beam*, UNP, *Hollow* dan T *Beam*. Dengan rumus berikut.

Kekuatan las (datar)

$$\emptyset R_{nw} = 0.75(0.707 \times W \times F_{nw} \times 0.6)$$
 -----(2.28)

Dimana:

 $\emptyset R_{nw} = \text{Kekuatan las (N/mm)}$

W = Tebal pengelasan (mm)

 $F_{nw} = Mutu las (N/mm^2)$

Kekuatan tarik bahan

$$\emptyset R_n = (\mathsf{t} \times 0.6 \times f_t)$$
 -----(2.29)

Kekuatan luluh bahan

$$\emptyset R_n = (t \times 0.6 \times f_v)$$
 -----(2.30)

Dimana:

 $\emptyset R_n = \text{Kekuatan bahan (N/mm)}$

t = Tebal bahan (mm)

 f_t = Kekuatan tarik material 345 Mpa (Spesifikasi Material *Steel Mild*)

 f_v = Kekuatan luluh material 207 Mpa (Spesifikasi Material *Steel Mild*)

Kekuatan sambungan las

$$\emptyset Rn = \frac{\text{Kekuatan tarik} \times (L)}{1000} - \dots (2.31)$$

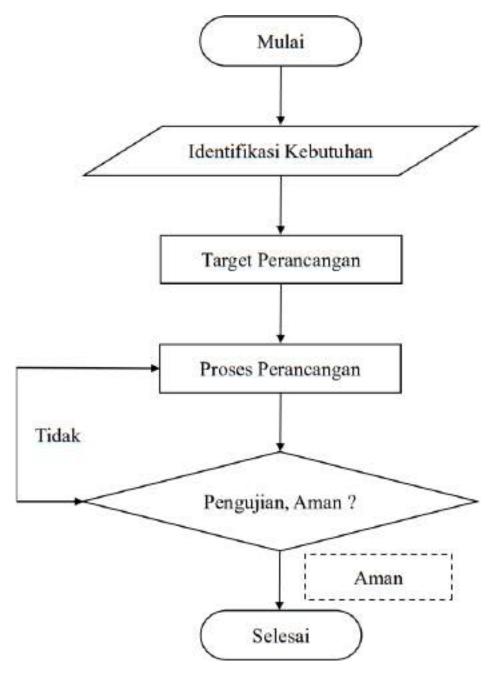
Dimana:

Ø Rn = Kekuatan sambungan las

L = Panjang pengelasan

BAB III METODE PERANCANGAN

3.1 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Kebutuhan Perancangan

Kebutuhan perancangan yaitu sebagai alat transportasi yang berguna untuk mempermudah dalam pemindahan barang berat dan peralatan praktikum serta menjadi penghubung lantai satu dan lantai dua gedung laboratorium teknik mesin secara efektif dan aman.

Adapun spesifikasi perancangan ini mengacu pada batasan masalah yaitu :

- Kapasitas angkut yang direncanakan 1500kg mengacu pada berat mesin uji tarik yang merupakan peralatan terberat yang akan diangkut oleh *elevator* barang ini.
- 2. Untuk ukuran sangkar *elevator* L = 1800, P = 2000, T = 2500 (mm), ukuran ini menyesuaikan dimensi mesin uji tarik yang merupakan barang terbesar yang akan diangkut dalam *elevator* barang ini.
- 3. Tinggi pengangkatan dari lantai satu sampai lantai dua setinggi 7000mm
- 4. Tinggi tiap–tiap lantainya 3500mm
- 5. Dimensi untuk room machine L = 1800, P = 2000, T = 700(mm)
- 6. Rangka konstruksi elevator menggunakan besi H Beam, T Beam dan UNP
- 7. Lifthing Speed (7m/min = 0.11 m/det)
- 8. Mesin angkat elevator adalah hoist wire rope

Secara garis dasar komponen *Elevator* dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a. Komponen diam(tidak berpindah tempat)
 - 1. Rel pemandu (guiderails)
 - 2. Motor penggerak (*drive*)
 - 3. Konstruksi Rangka Elevator
- b. Komponen-komponen bergerak
 - 1. Sangkar (*car*, *cabin*)
 - 2. Tali baja (Steel rope)
 - 3. Puli

3.3 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Waktu dan tempat untuk melaksanakan penelitian berada di Universitas IBA Palembang, Jl. Mayor Ruslan, 9 Ilir, Kec. Ilir Tim. II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30164, pada bulan Oktober 2024.

3.4 Teknik Penguumpulan Data

Cara yang digunakan dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah:

1. Teknik Observasi (Field Research)

Penulis melakukan observasi secara langsung terhadap lokasi penelitian untuk memperoleh data-data yang akan diperlukan dalam penulisan yaitu tentang material yang akan dipakai baik jenisnya serta komponen mesin yang dibutuhkan dalam merangkai alat tersebut.

2. Studi Literatur

Penulis mengumpulkan data-data dengan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur yang ada sesuai dengan masalah yang diteliti. Referensi dapat diperoleh dari buku, jurnal, artikel, situs internet yang telah ada. Hasil dari referensi yang telah didapat akan menjadi tolak ukur untuk memecahkan permasalahan serta digunakan sebagai dasar teori dalam perancangan.

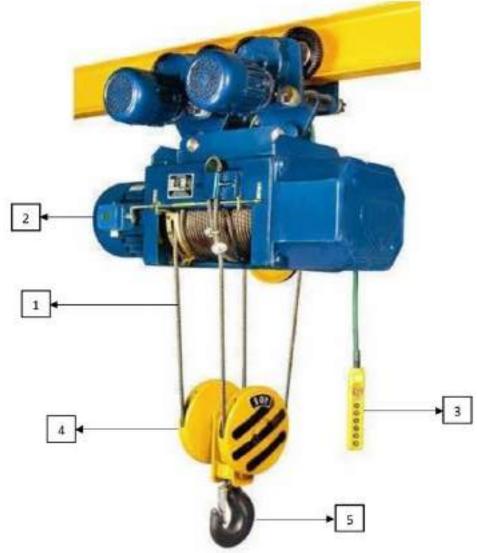
3.5 Langkah - langkah Perancangan

- 1. Pengumpulan data di lapangan berupa pengukuran tinggi gedung dari lantai 1 ke lantai 2, luas area untuk *elevator* serta luas gedung secara keseluruhan.
- 2. Merancang kebutuhan *elevator* berdasarkan data data standar yang sudah didapat.
- 3. Menghitung data dengan menggunakan rumus-rumus yang telah ditentukan untuk mendapat perhitungan.
- 4. Menghitung rangka rangka konstruksi *Elevator* sederhana.

3.6 Batasan Rancangan

- a. Kapasitas beban yang dapat diangkut 1500 kg, yaitu berupa barang-barang kebutuhan laboratorium.
- b. Menghitung kekuatan rangka konstruksi *Elevator* dengan apliakasi Autodesk Inventor
- c. Memfokuskan perhitungan pada sangkar *Elevator*, *sling*, puli, motor, dan rangka kontruksi *Elevator*, untuk menjaga keamanan dan kenyamanan dalam beraktivitas.

3.7 Spesifikasi Peralatan



Gambar 3.2 Mesin *Elevator*

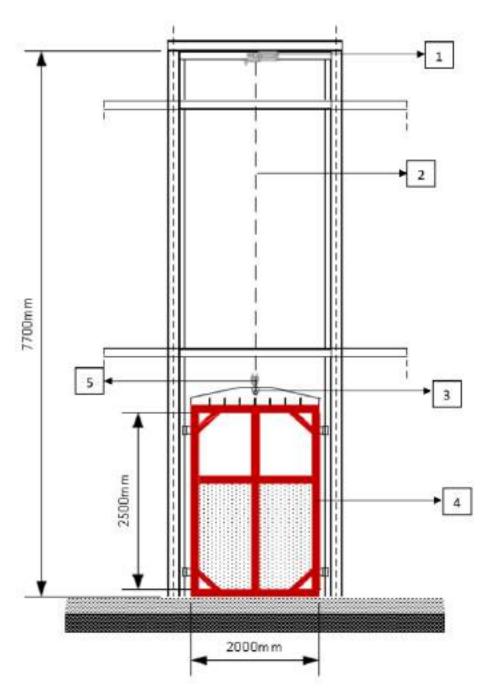
(Sumber: https://id.made-in-china.com)

Keterangan Gambar:

- 1. Sling
- 2. Motor
- 3. Remote Controller
- 4. Puli
- 5. Hoist

3.8 Metode Perancangan

Untuk mendapatkan suatu rancangan *elevator* barang yang maksimal, maka terlebih dahulu dibuat struktur atau model gambaran *elevator* barang yang akan dirancang, berikut gambaran *elevator* barang tersebut :



Gambar 3.3 Pesawat angkat *elevator*

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Keterangan Gambar:

- 1. Mesin Hoist 10 Ton
- 2. Sling
- 3. Hoist Sangkar
- 4. Sangkar Elevator
- 5. Puli

Untuk mempermudah dan memperjelas suatu perancangan maka dibutuhkan rencana sketsa gambar, berikut beberapa gambar yang sudah direncanakan dalam merancang *Elevator* barang di Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang:

A. Sketsa gambar Elevator barang dari tampak depan gedung

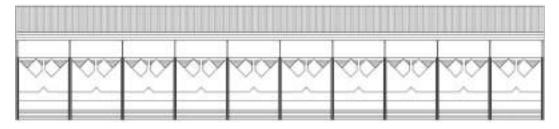


Gambar 3.4 Tampak depan rancangan *Elevator*

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Pada gambar 3.4 memperlihatkan lokasi pemasangan yang sudah direncanakan dan untuk letak perancangan *Elevator* barang berada di bagian tengah gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

B. Sketsa gambar Elevator barang dari tampak belakang gedung

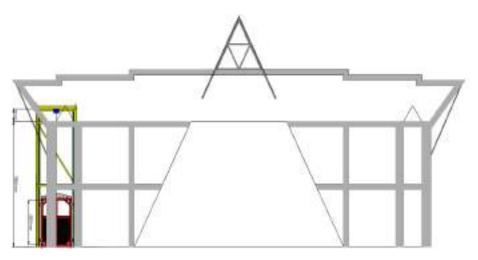


Gambar 3.5 Tampak belakang rancangan *Elevator*

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pada gambar 3.5 memperlihatkan lokasi pemasangan yang sudah direncanakan dan untuk letak perancangan *Elevator* barang jika dilihat dari belakang gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

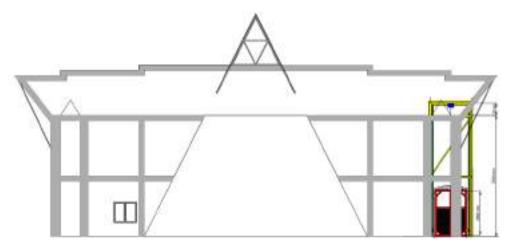
C. Sketsa gambar Elevator barang dari tampak kanan gedung



Gambar 3.6 Tampak samping kanan rancangan *Elevator* (Sumber : Dokumen Pribadi)

Pada gambar 3.6 memperlihatkan lokasi pemasangan yang sudah direncanakan dan untuk letak perancangan *Elevator* barang berada di depan gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

D. Sketsa gambar *Elevator* Barang dari tampak kiri gedung

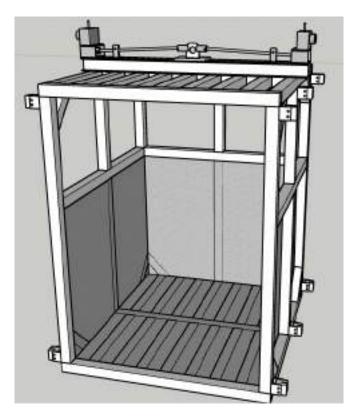


Gambar 3.7 Tampak samping kiri rancangan *Elevator* (Sumber : Dokumen Pribadi)

Pada gambar 3.7 memperlihatkan lokasi pemasangan yang sudah direncanakan dan untuk letak perancangan *Elevator* barang berada di depan gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

E. Sketsa Sangkar Elevator Barang

Untuk merancang sangkar *elevator* barang maka diperlukan gambar sketsa dan ukuran untuk mengetahui berapa bahan material yang akan digunakan pada sangkar *elevator* barang tersebut.



Gambar 3.8 Konstruksi sangkar Elevator barang

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Material yang digunakan untuk membuat sangkar adalah besi *hollow* 100.100 dan diperlukan ukuran sebagai berikut :

• Rusuk bagian atas sangkar : 4 x 2000mm

• Rusuk bagian bawah sangkar : 4 x 2000mm

Rusuk bagian kaki - kaki sangkar : 4 x 2500mm

Bagian penutup bawah dan lantai sangkar menggunakan besi hollow dan plat bordes

- Panjang besi *hollow* 1 x 1800mm dan 14 x 950mm
- Panjang plat bordes 2000mm
- Lebar 1800mm
- Tebal material 2,5mm

Bagian penutup atas sangkar menggunakan besi hollow 100.100

• Panjang besi *hollow* 1 x 1800mm dan 14 x 950mm

Bagian penutup kanan sangkar menggunakan besi hollow dan plat bordes

- Panjang besi hollow 1 x 2000mm, 1 x 1500mm, dan 1 x 900mm
- Panjang plat bordes 2000mm
- Lebar 1500mm
- Tebal material 2,5mm

Bagian penutup kiri sangkar menggunakan besi hollow dan plat bordes

- Panjang besi *hollow* 1 x 2000mm, 1 x 1500mm, dan 1 x 900mm
- Panjang plat bordes 2000mm
- Lebar 1500mm
- Tebal material 2,5mm

Bagian penutup belakang sangkar menggunakan besi hollow dan plat bordes

- Panjang besi *hollow* 2 x 1800mm dan 1 x 900mm
- Panjang plat bordes 1800mm
- Lebar 1500mm
- Tebal material 2,5mm

Bagian penguat frame sangkar menggunakan besi hollow

• Panjang besi *hollow* 12 x 424mm

F. Rangka Konstruksi *Elevator* Barang

Untuk merancang rangka konstruksi *Elevator* barang tersebut maka diperlukanlah gambar sketsa beserta ukuran untuk mengetahui material apa saja yang akan digunakan pada perancangan konstruksi *Elevator* barang tersebut.



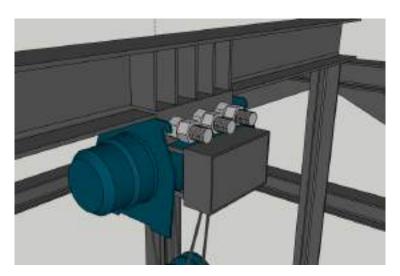
Gambar 3.9 Konstruksi Rangka *Elevator* Barang (Sumber : Dokumen Pribadi)

- a. Untuk bagian batang vertikal konstruksi *Elevator* Barang menggunakan besi H *Beam* 150.150.7.10 dengan ukuran panjang keseluruhan rangka sebagai berikut; 7700 mm x 4 batang.
- b. Untuk bagian batang horizontal konstruksi *Elevator* Barang menggunakan besi H *Beam* 125.125.6,5.9 dengan ukuran panjang keseluruhan rangka sebagai berikut; 2288 mm x 8 batang dan 2488 mm x 8 batang.

- c. Untuk bagian batang penguat *frame* konstruksi *Elevator* barang menggunakan besi UNP 120.55.7.9 dengan ukuran panjang keseluruhan rangka sebagai berikut; 1368 mm x 4 batang.
- d. Untuk bagian penampang mesin menggunakan besi H Beam 200.200.8.12
 dengan ukuran panjang 2590 mm
- e. Untuk *plat joint* balok ikatan antar kolom menggunakan plat 6 mm
- f. Untuk mur dan baut menggunakan HTB (*High tension bolt*) ber jenis grade 8.8 dengan ukuran M16 x 2.0 x 60mm
- g. Untuk bagian rel pada konstruksi *Elevator* barang menggunakan besi T *Beam* 75.150.7.10 dengan ukuran panjang keseluruhan rangka sebagai berikut; 7700 mm x 6 batang = 46200 mm

G. Rangka penampang pada motor

Rangka penampang motor berfungsi sebagai tempat diletakannya motor penggerak *elevator* barang yang posisinya berada di bagian atas rangka *elevator*. Berikut gambar, ukuran serta material yang akan digunakan.



Gambar 3.10 Rangka penampang motor

(Sumber : Dokumen Pribadi)

- a. Untuk penampang motor menggunakan besi besi H *Beam* 200.200.8.12 dengan ukuran panjang 2590 mm
- b. Untuk penyambungan motor dengan penampang menggunakan plat 10 mm
- c. Berat satuan mesin 180kg

BAB IV

PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Sangkar *Elevator*

a. Menghitung berat Sangkar

Beban sangkar kosong harus memenuhi syarat tertentu agar tali tetap tegang, sehingga tidak terjadi slip. Dalam praktek berat sangkar kosong = 1,8 sampai 2,2 x kapasitas angkat (Qp). (SNI 03-6573-2001)

Maka dihitung beban sangkar kosong:

$$Gsangkar = 2 \times 1500 \text{ kg} = 3000 \text{ kg}$$

Luas sangkar = $2000 \text{ mm x } 1800 \text{ mm} = 3.600.000 \text{ mm}^2$

b. Menghitung berat total

Gtotal = Gsangkar + Q
=
$$3000 \text{ kg} + 1500 \text{ kg}$$

= 4500 kg

c. Menghitung tinggi sangkar

A = Lebar sangkar *elevator* yaitu = 1800 mm = 1,8 meter

B = Panjang sangkar elevator = 2000 mm = 2 meter

T = Tinggi sangkar *elevator* berdasarkan tinggi orang yaitu 1,8 m ditambah 40% dari tinggi rata-rata orang, sehingga didapatkan tinggi sangkar *elevator* yaitu :

$$T = 1.8 + (40\% . 1.8) = 2.5 m$$

d. Menghitung luas penampang sangkar *elevator*

L = Luas Penampang Sangkar

pl = Panjang x lebar

pt = Panjang x tinggi

lt = Lebar x tinggi

$$L = 2 x (pl + pt + lt)$$

$$= 2 \times [(2 \text{ m} \cdot 1.8 \text{ m}) + (2 \text{ m} \cdot 2.5 \text{ m}) + (1.8 \text{ m} \cdot 2.5 \text{ m})]$$

$$= 2 \times 13,1$$

$$= 26,2 \text{ m}^2$$

e. Menghitung berat sangkar aktual

m = Massa material

 ρ = Massa jenis material st 37 (7850kg/m³ = 7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)

V = Volume material

g = Percepatan Gravitasi 9,8 m/s²

Pada bagian rusuk atas dan bawah sangkar menggunakan besi hollow

$$m_1 = (W + H) \times 2 \times L \times T \times \rho$$

= (100+100)mm x 2 x 16000mm x 2mm x (7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)
= 100,48 kg

Pada bagian kaki sangkar menggunakan besi hollow

$$m_2 = (W + H) \times 2 \times L \times T \times \rho$$

= (100+100)mm x 2 x 10000mm x 2mm x (7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)
= 62,8 kg

Plat bordes lantai sangkar

$$V_3 = (2000 \text{mm x } 1800 \text{mm x } 2,5 \text{mm})$$

= $9.000.000 \text{mm}^3 = 9000 \text{cm}^3$
 $m_3 = \rho_1 \cdot V_3$

$$= 7.85 \text{g/cm}^3 \times 9000 \text{cm}^3$$

= $70650 \text{gram} = 70.65 \text{ kg}$

Plat bordes penutup kiri dan kanan sangkar

$$V_4 = (4000 \text{mm x } 1500 \text{mm x } 2,5 \text{mm})$$

= 15.000.000 \text{mm}^3 = 15000 \text{cm}^3

$$m_4 = \rho_1 \cdot V_4$$

= 7,85g/cm³ x 15000cm³
= 117750gram = 117,75 kg

Plat bordes penutup belakang sangkar

$$V_5 = (1800 \text{mm x } 1500 \text{mm x } 2,5 \text{mm})$$

= 6.750.000 \text{mm}^3 = 6750 \text{cm}^3
 $m_5 = \rho_1 \cdot V_5$
= 7,85g/cm³ x 6750 \text{cm}^3
= 52987,5 \text{gram} = 53 \text{ kg}

Penutup bawah dan atas sangkar menggunakan besi hollow

$$m_6 = (W + H) \times 2 \times L \times T \times \rho$$

= (100+100)mm x 2 x 30200mm x 2mm x (7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)
= 189,65 kg

Penutup kiri dan kanan sangkar menggunakan besi hollow

$$m_7 = (W + H) \times 2 \times L \times T \times \rho$$

= (100+100)mm x 2 x 8800mm x 2mm x (7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)
= 55,26 kg

Penutup belakang sangkar menggunakan besi hollow

$$m_8 = (W + H) \times 2 \times L \times T \times \rho$$

= (100+100)mm x 2 x 2700mm x 2mm x (7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)
= 16,95 kg

Bagian penguat frame sangkar menggunakan besi hollow

$$m_9 = (W + H) \times 2 \times L \times T \times \rho$$

= (100+100)mm x 2 x 5088mm x 2mm x (7,85 x 10⁻⁶kg/mm³)
= 31,95 kg

Massa aktual kontruksi sangkar

$$\begin{aligned} m_{total} &= m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + m_8 + m_9 \\ m_{total} &= 100,48 + 62,8 + 70,65 + 117,75 + 53 + 189,65 + 55,26 + 16,95 + 31,95 \\ m_{total} &= 697,54 \text{ kg} \\ W &= m_{total} \times g \\ &= 697,54 \text{ kg x } 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 6842,86 \text{ N} \end{aligned}$$

f. Menghitung tekanan lantai sangkar

A = Luas Penampang
= P x L
= 2 x 1,8 = 3,6 m²
F = Gaya Tekan saat Lift naik
=
$$(m \cdot g) + (m \cdot a)$$

= $(1500 \cdot 9,8) + (1500 \cdot 0,17)$

= 14955 N

P = Tekanan Lantai Sangkar

= F/A

= 14955 N / 3.6 m²

 $=4154,16 \text{ N/m}^2$

4.2 Perhitungan Tali Baja (Wire Rope)

Dalam perencanaan tali baja ini memiliki maksimum beban muatan yang diangkat adalah 4,5 ton. Karena pada pengangkat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti *overload*, keadaan dinamis dalam operasi dan perubahan udara yang tidak terduga, maka diperkirakan penambahan beban 5% dari beban semula sehingga berat muatan yang diangkat menjadi:

$$Q = 4500 + (5\% \times 4500) = 4725 kg$$

a. Menghitung tegangan tarik maksimum pada tali baja

Q = Berat muatan yang diangkat/muatan total (4725 kg)

n = Jumlah puli yang menyangga (2)

 η = Efesiensi puli (0,971) tabel 2.5

η₁ = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuannya ketika
 menggulung pada drum 0,98 (N. Rudenko, hal 41)

$$S = \frac{Q}{n \times \eta \times \eta_1}$$

$$S = \frac{4725kg}{2 \times 0,971 \times 0,98}$$

$$S = 2482,71 \text{ kg}$$

b. Menghitung kekuatan putus tali sebenarnya (P)

S = Kekuatan putus tali

K = Faktor keamanan 5,5 (tabel 2.8)

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

$$P = S \cdot K$$

$$P = 2482,71 \text{ kg x } 5,5$$

$$P = 13654,9 \text{ kg}$$

Dari hasil kekuatan putus tali (P) dipilihlah tali baja 6 x 37 + 1 *fibre core* berdasarkan (SNI 0076:2008) dengan:

Diameter tali (d) = 16 mm

Berat tali (W) = 0.92 kg/m

Beban patah (Pb) = 13864 kg

Tegangan patah bahan (σ b) = 180 kg/mm² (N. Rudenko, hal 44)

Jenis tali ini dipilih dengan pertimbangan bahwa semakin banyak kawat baja yang digunakan konstruksi tali maka akan lebih aman dari tegangan putus tali dan dapat menahan beban putus tali.

c. Menghitung tegangan maksimum tali baja yang diizinkan

$$S_{izin} = \frac{P_b}{K}$$

$$S_{izin} = \frac{13864 \text{kg}}{5.5}$$

$$S_{izin} = 2520,7 \text{ kg}$$

d. Menghitung tegangan tali yang dibebani pada bagian yang melengkung karena tarikan dan lenturan

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

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{180 \mathrm{kg/mm^2}}{5.5}$$

$$\sigma_{\Sigma} = 33 \text{ kg/mm}^2$$

e. Menghitung Diameter satu kawat pada tali baja

Jadi untuk menghitung diameter satu kawat pada tali baja type $6 \times 37 + 1c$ dapat (δ) dihitung :

 δ = diameter satu kawat

d = diameter tali (16 mm)

i = jumlah kawat dalam tali (6 x 37)

 $d = 1.5 \times \delta \times \sqrt{i}$

$$\delta = \frac{16}{1,5 \times \sqrt{6 \times 37}}$$

 $\delta = 0.71 \text{ mm}$

f. Untuk mencari perhitungan luas penampang tali baja

$$F = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}}(36000)}$$

Dengan perbandingan diameter puli dan diameter tali baja $\frac{d}{D_{min}}$ untuk jumlah lengkungan (NB) = 2, seperti terlihat pada tabel 2.6 Maka luas penampang dari tali baja adalah :

$$F = \frac{2600,93 \text{kg}}{\frac{18000 \text{kg/cm}^2}{5,5} - \frac{1}{20} (36000)}$$

$$F = 1,766cm^2$$

g. Perhitungan tegangan tarik pada tali baja

$$\sigma_t = \frac{s}{F}$$

$$\sigma_t = \frac{2600,93 \text{kg}}{1,766 \text{cm}^2}$$

$$\sigma_t = 1472,7 \text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 14,727 \text{kg/mm}^2$$

h. Perhitungan Pemuluran Tali Baja

 ℓ_0 = Panjang awal tali (12000mm)

 $\Delta \ell = \text{Kemuluran absoult (mm)}$

 $\sigma = Tegangan 14,727kg/mm^2$

 $E = \text{Modulus Elastis } 800.000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (N. Rudenko, hal } 39)$

$$\Delta \ell = \frac{\ell_0 \times \sigma}{F}$$

$$\Delta \ell = \frac{12000 mm \times 14,727 kg/mm^2}{8000 \text{ kg/mm}^2}$$

$$\Delta \ell = 22,09 \text{ mm per tahun}$$

i. Perhitungan diameter pulli

d = Diameter tali baja (16mm)

 e_1 = Nilai Faktor Keamanan e_1 = 20 (tabel 2.8)

 e_2 = Faktor Kontruksi Tali Baja e_2 = 1,00 (tabel 2.7)

$$D_{min} = e_1 \times e_2 \times d$$

$$D_{min} = 20 \times 1,00 \times 16$$
mm

$$D_{min} = 320$$
mm

4.3 Perhitungan Daya motor

a. Menghitung daya motor penggerak (P)

P = Daya motor (Hp)

Q = Kapasitas angkat rencana 4950 kg

V = Kecepatan angkat 0,12 m/det

 η = Efisiensi sistem transmisi 0,85 (N. Rudenko, hal 301)

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

$$P = \frac{4950kg \times 0,12m/s}{75 \times 0,85}$$

$$P = 9.32 \text{ Hp} = 6.94 \text{ kW}$$

b. Perhitungan daya rencana (Nd)

Pd = Daya rencana (Hp)

P = Daya motor (9,32 Hp)

 δ = Koefisien efek massa mekanisme trasmimsi 1,1 sampai 2,5 (N. Rudenko, hal 298)

$$Pd = P \times \delta$$

$$Pd = 9.32 \times 1.1$$

$$Pd = 10,25 Hp = 7,64 kW$$

c. Perhitungan kecepatan putar motor (rpm)

Dalam perencanaan ini motor listrik yang dipilih memiliki 4 (empat) pasang kutub (*pole*), dimana setiap pasangnya terdiri dari 2 (dua) kutub dengan frekuensi 50 Hz berdasarkan SNI 04-1922-2002. Hal ini dikarenakan semakin banyak Jumlah Kutub Magnet (Pole), maka Putaran Motor listrik akan semakin rendah atau lambat.

N = Jumlah putaran per menit (rpm)

F = Frekuensi (50Hz)

P = Jumlah kutub gulungan (4)

$$N = \frac{f \times 120}{P}$$

$$N = \frac{50 \times 120}{4}$$

N = 1500rpm

d. Perhitungan torsi motor (Nm)

T = Torsi (Nm)

P = Daya (10,25 Hp)

N = Jumlah putaran permenit (1500rpm)

 $T = \frac{5252 \times P}{N}$

 $T = \frac{5252 \times 10,25}{1500}$

T = 35,88 Nm

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan

No.	Perhitungan Rencana	Hasil
1.	Berat sangkar	3000 kg
2.	Berat total	4500 kg
3.	Tinggi Pengangkatan	3,5 m
4.	Tegangan tarik maksimum tali baja	2600,93 kg
5.	Kekuatan putus tali sebenarnya	14305,115 kg
6.	Tegangan maksimum tali yang diizinkan	2520,7 kg
7.	Tegangan tali yang dibebani pada bagian yang melengkung	33 kg/mm²
8.	Diameter tali baja	16 mm
9.	Luas penampang tali baja	1,766 cm ²
10.	Tegangan tarik pada tali baja	14,727 kg/mm ²
11.	Pemuluran tali baja	22,09 mm per tahun
12.	Diameter Puli	320 mm
13.	Daya motor penggerak	6,94 kW
14.	Daya rencana	7,64 kW
15.	Kecepatan putar motor	1500 rpm
16.	Torsi motor	35,88 Nm
17.	Jenis tali baja	$6 \times 37 + 1 \text{ c}$
18.	Frekuensi motor listrik	50 Hz

Berdasarkan perhitungan berat beban total yang akan diangkat, ketinggian pengoperasian *elevator*, perhitungan tali baja (*wire rope*) dan perhitungan daya motor, serta ketersediaan tipe mesin *Elevator Electric wire rope hoist* yang ada dipasaran. Maka dipilihlah jenis mesin *Elevator Electric wire rope hoist* NAGASAKI JAPAN 10 Ton x 12 m dengan alasan karena spesifikasi mesin *hoist* yang ada dipasaran hanya terdiri dari 1 ton, 2 ton, 3 ton, 5 ton, dan 10 ton. Oleh karena itu dipilih spesifikasi mesin hoist 10 ton x 12 m dengan mempertimbangkan keamanan pengoperasian *elevator* barang ini. Berikut spesifikasi :



Gambar 4.1 Mesin *Elevator*

(Sumber: https://id.made-in-china.com)

Spesifikasi Electric Wire Rope Hoist NAGASAKI JAPAN 10 ton

Kapasitas Angkat : 10 Ton

Panjang *Sling* : 12 Meter

Diameter *Sling* : 16 mm

Lifthing Speed : 7 m/min

Lifthing Motor Power: 13 kW

Jenis Wire Rope : $6 \times 37 + 1$ fibre core

Berat mesin : 180 kg

Rpm Motor : 1500rpm

Voltase : 380 volt 50 Hz (3phase)

4.4 Perhitungan Konstruksi rangka Elevator

- 1. Perhitungan berat rangka kontruksi Elevator
- a. Bagian vertical rangka *elevator* menggunakan H *Beam* 150.150.7.10 dengan total panjang 30800 mm.

Massa besi H *Beam* 150.150.7.10 adalah 31,1 kg/m (Tabel 2.2)

$$m_1 = 31.1 \times 30.8$$

= 957.88 kg

b. Bagian horizontal rangka *elevator* menggunakan H *Beam* 125.125.6,5.9 dengan total panjang 38208 mm.

Massa besi H Beam 125.125.6,5.9 adalah 23,6 kg/m (Tabel 2.2)

$$m_2 = 23.6 \text{ x } 38.2$$

= 901.52 kg

c. Bagian batang penguat *frame* konstruksi *Elevator* barang menggunakan besi UNP 120.55.7.9 dengan total panjang 5472 mm.

Massa besi UNP 120.55.7.9 adalah 13,4 kg/m (Tabel 2.1)

$$m_3 = 13.4 \times 5.472$$

= 73.32 kg

d. Bagian penampang mesin menggunakan besi H *Beam* 200.200.8.12 dengan total panjang 2590 mm.

Massa besi H Beam 200.200.8.12 adalah 49,9 kg/m (Tabel 2.2)

$$m_4 = 49.9 \times 2.59$$

= 129.24 kg

e. Bagian *plat join* balok ikatan antar kolom menggunakan plat 6 mm dengan dimensi 125 x125 dengan total 32 *plat join*.

$$V_5 = (125 \text{mm x } 125 \text{mm x } 6 \text{mm})$$

$$= 93750 \text{mm}^3 = 93,75 \text{m}^3$$

$$m_5 = \rho_1 \cdot V_5$$

$$= 7,85 \text{g/cm}^3 \times 93,75 \text{cm}^3$$

$$= 736 \text{gram} = 0,736 \text{ kg}$$

$$= 0,736 \times 32$$

$$= 23,55 \text{ kg}$$

f. Bagian rel pada kontruksi *Elevator* menggunakan besi T *Beam* 75.150.7.10 dengan total panjang 46200 mm.

Massa besi T Beam 75.150.7.10 adalah 15,8 kg/m (Tabel 2.4)

$$m_6 = 15.8 \times 46.2$$

= 729.96 kg

g. Massa aktual kontruksi elevator

$$m_{total} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6$$

 $= 957,88 + 901,52 + 73,32 + 129,24 + 23,55 + 729,96$
 $m_{total} = 2815,47 \text{ kg}$
 $F_{elevator} = m_{total} \times g$
 $= 2815,47 \text{ kg x } 9,81 \text{ m/s}^2$
 $= 27619.76 \text{ N}$

2. Perhitungan Baut Pengikat Konstruksi

Dalam kontruksi *Elevator* barang ini, baut berdiameter luar 16 mm dengan kisar 2 mm dan panjang 60 mm, dalam perhitungan ini kami ingin mengetahui tegangan tarik dari baut.

a. Tegangan tarik pada baut

 σ_t = Tegangan tarik pada baut (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut diketahui (6,75 kg)

 d_1 = Diameter inti baut (13,835 mm) (Sularso, hal 290)

 σ_a = Tegangan tarik izin baut Grade 8.8 (81,57 kg/mm²)

f = Faktor keamanan (8 – 10) diambil 10 (Sularso, hal 296)

$$\sigma_{\mathsf{t}} = \frac{W}{(\frac{\pi}{4})d_1^2} \times f$$

$$\sigma_t = \frac{6,75}{\left(\frac{3,14}{4}\right)13,835^2} \times 10$$

$$\sigma_{\rm t} = 0.45 \ {\rm kg/mm^2} < \sigma_a$$

b. Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg/mm²)

q = Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut diketahui (6,75 kg)

d₂ = Diameter efektif ulir luar (14,701 mm) (Sularso, hal 290)

h = Tinggi kaitan (1,083 mm) (Sularso, hal 290)

L = Panjang ulir (60 mm)

f = Faktor keamanan (8 – 10) diambil 10 (Sularso, hal 296)

 q_a = Tekanan permukaan izin baut Grade 8.8 (4 kg/mm²) (Sularso, hal 298)

 $z = \text{Jumlah lilitan ulir baut } (\frac{L}{\text{pitch}})$

$$q = \frac{W}{\pi . d_2 . h.z} \times f$$

$$q = \frac{6,75}{3,14 \times 14,701 \times 1,083 \times 30} \times 10$$

$$q = 0.045 \text{ kg/mm}^2 < q_a$$

c. Tegangan geser pada baut (kg/mm²)

 $\tau_b = \text{Tegangan geser pada baut (kg/mm}^2)$

W = Gaya tarik pada baut diketahui (6,75 kg)

d₁ = Diameter inti baut (13,835 mm) (Sularso, hal 290)

p = Jarak bagi (2 mm)

k = Faktor koreksi baut metriks (0,84) (Sularso, hal 297)

 $z = Jumlah lilitan ulir baut (\frac{L}{pitch})$

$$\tau_b = \frac{W}{\pi . d_1. \text{k.p.z}}$$

$$\tau_b = \frac{6,75}{3,14 \times 13,835 \times 0,84 \times 2 \times 30}$$

$$\tau_b = 0.0031 \text{ kg/mm}^2$$

d. Tegangan geser pada mur (kg/mm²)

 $\tau_n = \text{Tegangan geser pada mur (kg/mm}^2)$

W = Gaya tarik pada baut diketahui (6,75 kg)

D = Diameter luar mur (16 mm)

j = Faktor koreksi mur metriks (0,75) (Sularso, hal 297)

p = Jarak bagi (2 mm)

H = Tinggi mur (0.8 - 1.0)d (Sularso, hal 297)

 $z = \text{Jumlah ulir mur } (\frac{H}{p})$

$$\tau_n = \frac{W}{\pi.D.j.p.z}$$

$$\tau_n = \frac{6,75}{3,14 \times 16 \times 0,75 \times 2 \times 8}$$

$$\tau_n = 0.011 \text{ kg/mm}^2$$

3. Perhitungan Baut Penampang Motor

Dalam kontruksi *Elevator* barang ini, baut berdiameter luar 60 mm dengan kisar 5,5 mm dan panjang 350 mm, dalam perhitungan ini kami ingin mengetahui tegangan tarik dari baut.

a. Tegangan tarik pada baut

 σ_t = Tegangan tarik pada baut (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut diketahui (1560 kg)

 d_1 = Diameter inti baut (54,064 mm) (Sularso, hal 290)

 σ_a = Tegangan tarik izin baja st 37 (37 kg/mm²)

f = Faktor keamanan (8 – 10) diambil 10 (Sularso, hal 296)

$$\sigma_{\mathsf{t}} = \frac{W}{\left(\frac{\pi}{4}\right)d_1^2} \times f$$

$$\sigma_t = \frac{1560}{\left(\frac{3,14}{4}\right)54,064^2} \times 10$$

$$\sigma_{\rm t} = 6.8 \, \rm kg/mm^2 < \sigma_a$$

b. Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg/mm²)

q = Tekanan kontak pada permukaan ulir (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut diketahui (1560 kg)

d₂ = Diameter efektif ulir luar (56,428 mm) (Sularso, hal 290)

h = Tinggi kaitan (2,977 mm) (Sularso, hal 290)

L = Panjang ulir (350 mm)

 q_a = Tekanan permukaan izin baja st 37 (3 kg/mm²) (Sularso, hal 298)

 $z = Jumlah lilitan ulir baut (\frac{L}{pitch})$

f = Faktor keamanan (8 – 10) diambil 10 (Sularso, hal 296)

$$q = \frac{W}{\pi . d_2 . h. z} \times f$$

$$q = \frac{1560}{3.14 \times 56.428 \times 2.977 \times 175} \times 10$$

$$q = 0.17 \text{ kg/mm}^2 < q_a$$

c. Tegangan geser pada baut (kg/mm²)

 $\tau_b = \text{Tegangan geser pada baut (kg/mm}^2)$

W = Gaya tarik pada baut diketahui (1560 kg)

d₁ = Diameter inti baut (54,064 mm) (Sularso, hal 290)

p = Jarak bagi (5,5 mm)

k = Faktor koreksi baut metriks (0,84) (Sularso, hal 297)

 $z = Jumlah lilitan ulir baut (\frac{L}{pitch})$

$$\tau_b = \frac{W}{\pi . d_1. \text{k.p.z}}$$

$$\tau_b = \frac{1560}{3,14 \times 54,064 \times 0,84 \times 5,5 \times 175}$$

$$\tau_b = 0.011 \text{ kg/mm}^2$$

d. Tegangan geser pada mur (kg/mm²)

 τ_n = Tegangan geser pada mur (kg/mm²)

W = Gaya tarik pada baut diketahui (1560 kg)

D = Diameter luar mur (60 mm)

j = Faktor koreksi mur metriks (0,75) (Sularso, hal 297)

p = Jarak bagi (5,5 mm)

H = Tinggi mur (0.8 - 1.0)d (Sularso, hal 297)

 $z = \text{Jumlah ulir mur}(\frac{H}{n})$

$$\tau_n = \frac{W}{\pi.D.j.p.z}$$

$$\tau_n = \frac{1560}{3,14 \times 60 \times 0,75 \times 5,5 \times 10,9}$$

$$\tau_n = 0.18 \text{ kg/mm}^2$$

4. Perhitungan mencari waktu pengangkatan

t = Waktu pengangkatan (s)

$$s = Jarak (3,5 m)$$

v = Kecepatan pengangkatan (0,12 m/s)

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{3.5 \text{ m}}{0.12 \text{ m/s}}$$

$$t = 29,16 s$$

5. Distribusi beban konstruksi *elevator*

Distribusi beban = Qsangkar + Beban yang diangkat + Massa mesin hoist

= 3000 kg + 1500 kg + 180 kg= 4680 kg

4.5 Teori Kegagalan Desain Statis

Elemen mesin atau struktur yang mengalami kegagalan, seperti pada material yang ulet terjadi kegagalan satatis yaitu (*yielding*). Salah satu penyebab tegangan luluh pada komponen diakibatkan oleh beban eksternal yang diderita komponen. Akibat dari beban eksternal akan menimbulkan tegangan luluh yang menyebabkan kegagalan komponen.

Dengan mengetahui penyebab kegagalan, maka di dalam perancangan harus mempertimbangkan aspek penyebab kegagalan sehingga diharapkan tidak akan terjadi kegagalan dalam rentang umur komponen. Secara umum terdapat tiga teori kegagalan desain statis yang biasa digunakan untuk merancang suatu elemen mesin adalah:

a. Maximum Normal Stress Theory (Rankine Theory)

Teori ini menyatakan bahwa "Kegagalan akan terjadi apabila tegangan tarik normal yang terjadi pada material sama atau lebih besar dari tegangan luluh tarik material, dan kegagalan akan terjadi apabila tegangan tekan normal lebih kecil dari tegangan luluh tekan material".

b. Maximum Shear Stress Stheory (Tresca)

Teori ini menyatakan bahwa "Kegagalan akan terjadi apabila tegangan geser yang terjadi pada material sama atau lebih besar dari tegangan geser maksimum pada kondisi *yield* material".

c. Distorsion Energy Theory (Von Mises Theory)

Teori ini menyatakan bahwa "Kegagalan akan terjadi apabila energi distorsi per unit volume pada material sama atau lebih besar dari energi distorsi per unit volume material pada keadaan *yield*"

Salah satu metode yang paling mudah, cepat, dan mencakup geometri-geometri yang kompleks untuk perhitungan tegangan serta berbagai macam kriteria kegagalan ini adalah menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA). FEA merupakan metode simulasi untuk melakukan analisis struktural dan optimisasi desain dan digunakan untuk melakukan simulasi elemen-elemen secara signifikan

untuk mendapatkan hasil yang akurat. Perangkat lunak berupa aplikasi yang akan dipakai pada penelitian ini berupa perangkat lunak Inventor Professional 2021. Autodesk Inventor Professional merupakan bagian dari produk yang dikeluarkan oleh Autodesk yang dahulu lebih dikenal bersama dengan produk AutoCad.

4.6 Stress Analysis

Penelitian memfokuskan dalam kekuatan dan keamanan dari struktur rangka elevator yang terbuat dari H Beam. Perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) untuk mencari nilai dari defleksi, tegangan, dan faktor keamanan pada bagian rangka, sehingga dapat diketahui kekuatan rangka elevator dalam menahan beban yang terpasang. Berikut nilai pembebanan yang dimasukan pada aplikasi Autodesk Inventor.

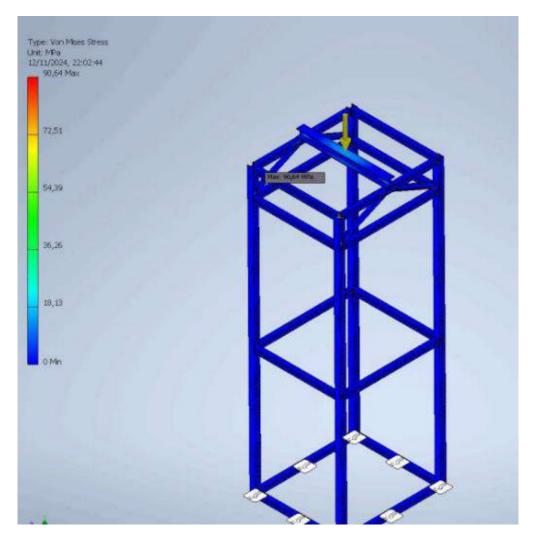
Mesin *Hoist* : 180 kg
Sangkar : 3000 kg
Beban maksimum : 1500 kg

Untuk melihat nilai *Finite Element Analysis* pada kontruksi *Elevator* bisa kita lihat menggunakan aplikasi Autodesk Inventor, berikut keadaan yang akan ditampilkan:

- a. Tegangan von mises
- b. Displacement
- c. Safety factor

a. Tegangan von mises

Tegangan von mises digunakan untuk melakukan analisis kriteria kegagalan suatu material yang dilihat pada titik luluh material dalam kondisi pembebanan apa pun. Tegangan von mises juga dikenal sebagai tegangan ekuivalen. Pada pangaplikasiaanya tegangan von mises banyak digunakan untuk mengukur material yang ulet seperti logam. Dalam perancangan mekanis nilai dari tegangan von mises harus di bawah kekuatan luluh material agar rancangannya aman. Berikut Tegangan Von Mises maksimal pada rangka elevator sebesar 90,64 MPa. Tegangan Von Mises masih berada di bawah kekuatan luluh (yield strength) material Steel Mild, yaitu sebesar 207 MPa.



Gambar 4.2 Analisa Tegangan Von Mises

(Sumber: Dokumen Pribadi)

b. Displacement

Perubahan bentuk atau deformasi ialah salah satu penanda penting untuk memutuskan apakah bahan yang digunakan cukup ekstrim untuk menahan beban yang ideal. Terjadinya deformasi merupakan akibat dari material menerima gaya atau beban. Semakin kecil nilai deformasi, maka semakin kuat suatu material. Nilai deformasi maksimal pada simulasi ini relatif kecil, yaitu 0,09158 mm pada sumbu X, 1,238 mm pada sumbu Y, dan 0,2747 mm pada sumbu Z. Berikut perhitungan tegangan tekan yang terjadi pada H *Beam*.

$$\delta_{max} = \frac{WL^3}{192 EI}$$

Dimana:

 δ_{max} = Nilai Deformasi Maksimal Pada Sumbu Y (mm)

W = Gaya Berat Diketahui (46629 N)

L = Panjang Penampang Diketahui (2,59 m)

E = Modulus Elastisitas Baja St 37 (210 Gpa = 2,1 × 10¹¹ N/m²)

 I_v = Momen Inersia H Beam sumbu Y (1600 cm⁴) (JIS G 3192 : 2008)

$$\delta_{max} = \frac{WL^3}{192 EI}$$

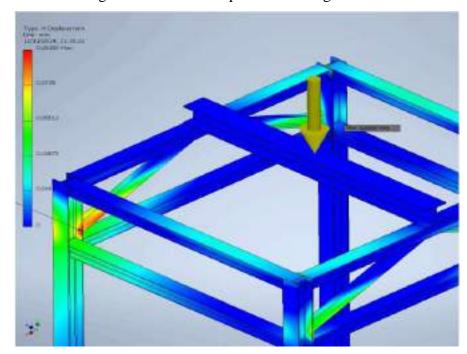
$$\delta_{max} = \frac{^{46629 \times 2,59^3}}{^{192} (2,1 \times 10^{11}) \times (1,6 \times 10^{-5})}$$

$$\delta_{max} = \frac{810131,266791}{645120000}$$

 $\delta_{max} = 0.0012557838 \text{ m}$

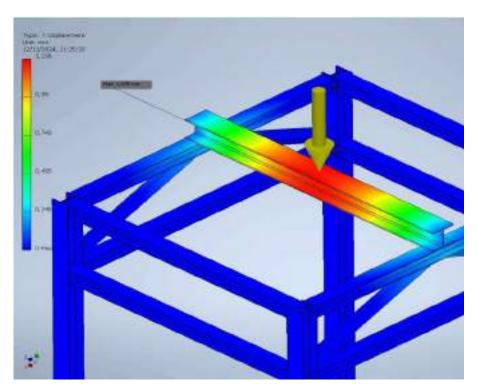
 $\delta_{max} = 1,2557838 \text{ mm}$

Berdasarkan nilai dari perhitungan tersebut dimana tegangan tekan yang terjadi pada H *beam* masih sangat kecil bahkan dibawah hasil perhitungan menggunakan software. Maka deformasi yang terjadi tidak akan berpengaruh dikarenakan rangka akan kembali seperti semula lagi saat beban telah dilepas.

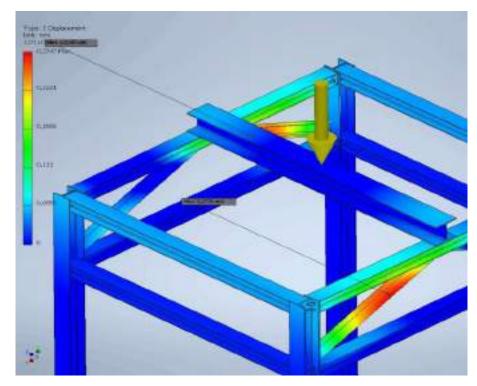


Gambar 4.3 Analisa *Displacement* sumbu X

(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 4.4 Analisa *Displacement* sumbu Y (Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 4.5 Analisa *Displacement* sumbu Z (Sumber : Dokumen Pribadi)

c. Safety factor

Faktor keamanan merupakan faktor yang dipakai untuk menilai agar susunan komponen mesin bisa dijamin keamanannya, yang mendapat beban statis, dimanis, dan kejut. Faktor keamanan dapat ditentukan baik pada tekanan elastis paling ekstrim atau tekanan luluh material. Apabila nilai minimum yang dihasilkan oleh struktur rangka *elevator* barang ini berkisar antara 1 atau dibawahnya, maka struktur rangka *elevator* barang ini masih tidak aman.

Faktor keamanan (SF) untuk dapat dihitung dengan membagi kekuatan material dengan tegangan maksimum yang diterima. Apabila nilai *safety factor* minimum yang dihasilkan oleh struktur rangka *elevator* barang ini berkisar antara 1 atau dibawahnya, maka struktur rangka *elevator* barang ini masih tidak aman.

$$sf = \frac{Kekuatan luluh}{tegangan ekuivalen}$$

Jenis Beban:

- Beban Statis 1,25 2,0
- Beban Dinamis 2.0 3.0
- Beban Kejut 3.0 5.0

Dimana:

 σy = Kekuatan luluh material baja st 37 (207 Mpa)

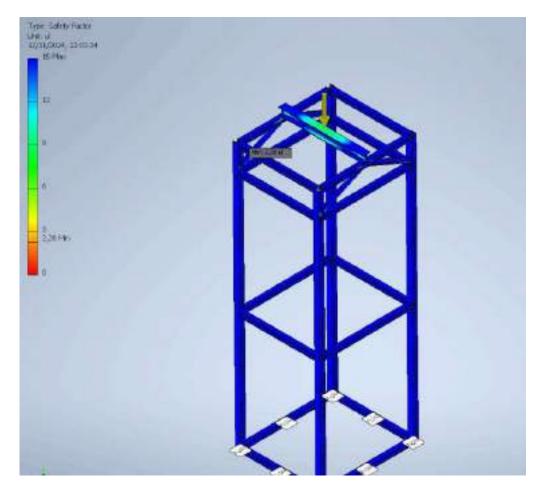
F = Tegangan ekuivalen (tegangan *von mises*) (90,64 Mpa)

$$sf = \frac{Kekuatan luluh}{tegangan ekuivalen}$$

$$sf = \frac{207 Mpa}{90,64}$$

$$sf = 2,28$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan tersebut didapatkan nilai *safety factor* sama dengan yang ditampilkan oleh *software* (2,28), dimana nilai *safty factor* dari struktur rangka *elevator* mampu menahan beban statis maupun dinamis.



Gambar 4.6 Analisa Safety factor

(Sumber : Dokumen Pribadi)

4.7 Perhitungan analisa pengelasan pada Frame

Pengelasan menggunakan pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) dengan kawat las ER70S-G, dengan nilai mutu $F_{nw} = 70~Ksi = 482,633~N/mm^2$

a. Kekuatan las (datar)

$$\emptyset R_{nw} = 0.75 (0.707 \text{ x W x F}_{nw} \text{ x 0,6})$$

= 0.75 (0.707 x 10 mm x 482,63 N/mm² x 0,6)
 $\emptyset R_{nw} = 1535,48 \text{ N/mm}$

b. Kekuatan tarik bahan

$$\emptyset R_n = (\mathbf{t} \times 0.6 \times ft)$$

= $(7 \text{ mm} \times 0.6 \times 345 \text{ N/mm}^2)$
 $\emptyset R_n = 1449 \text{ N/mm}$

c. Kekuatan luluh bahan

$$\emptyset R_n = (\mathbf{t} \times 0.6 \times fy)$$

= $(7 \text{ mm} \times 0.6 \times 207 \text{ N/mm}^2)$
 $\emptyset R_n = 869.4 \text{ N/mm}$

d. Kekuatan sambungan las

$$\emptyset R_n = \frac{1449 \times L}{1000}$$

$$= \frac{1449 \times 125 \text{mm}}{1000} = 181,12 \text{ kN}$$

e. Tegangan geser

$$\tau = \frac{f}{2 \times A}$$

$$A = t \times 1$$

= 7 mm x 150 mm

= 1050 mm

 $f = 90,64 \text{ N/mm}^2$ (Tegangan Von Mises maksimal pada rangka elevator)

$$\tau = \frac{f}{2 \times A}$$

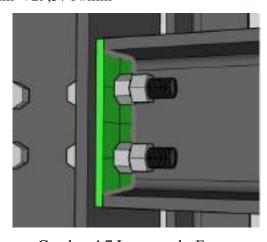
$$= \frac{90,64 \text{ N/mm}^2}{2 \times 1050 \text{mm}}$$

$$= 0,043 \text{ N/mm}$$

Kekuatan luluh material 207 Mpa (Spesifikasi Material Steel Mild)

$$=\frac{207}{7}=29,57 \text{ N/mm}$$

 $\tau = 0.043 \text{ N/mm} < 29.57 \text{ N/mm}$



Gambar 4.7 Lasan pada Frame

(Sumber: Dokumen Pribadi)

4.8 Alasan Pemilihan Material

Berikut ini adalah alasan pemilihan dari material yang digunakan pada perencanaan *elevator* pengangkut barang ini, seperti pemilihan jenis dari material konstruksi, bahan dari material konstruksi, ukuran dari material konstruksi, harga dari material konstruksi, dan ketersediaan material konstruksi dipasaran.

1. Pemilihan Rangka H Beam & UNP

a. Jenis Material

Rangka H *Beam* memiliki bentuk yang mirip dengan huruf "H" dengan *flange* atas dan bawah yang lebih lebar dan sama tinggi. Tentunya memberikan kekuatan yang sangat baik dalam menahan beban dari berbagai arah dan mendukung struktur yang membutuhkan daya tahan tinggi.

Besi UNP adalah singkatan dari U-shaped Normal Profile yang artinya profil normal berbentuk "U". Merupakan baja profil yang memiliki penampang berbentuk "U". Pada konstruksi ini profil U berfungsi sebagai pendukung menahan beban yang diterima oleh balok pada konstruksi uatama. Profil U memiliki keunggulan mampu mendistribusikan beban secara merata, mampu menahan tekanan dengan baik, tahan terhadap korosi.

b. Bahan Material

Bahan dari H *Beam* & Profil U sendiri adalah baja karbon mengacu pada SNI 03-1729-2002 dimana baja karbon yang umumnya digunakan pada industri manufakturing adalah ST 37 dengan kekuatan tarik 370 Mpa.

c. Ukuran Material

Rangka H *Beam* & Profil U juga memiliki fleksibilitas dalam desain dan kemudahan dalam instalasi. Material ini dapat dengan mudah dipotong, dibentuk, dan disambung sesuai kebutuhan proyek. Kemampuan untuk disesuaikan dengan berbagai bentuk dan ukuran.

d. Harga & Ketersediaan Material

Rangka H Beam & Profil U sendiri banyak tersedia di pasaran yang dijual oleh berbagai macam toko besi baik online maupun offline dengan harga yang berfariasi yang dapat dilihat pada lampiran skripsi ini.



Gambar 4.8 H Beam & UNP (Sumber : https://besisby.com)

2. Pemilihan Tali Baja

a. Jenis Material

Berdasarkan SNI 0076:2008 terdapat beberapa jenis tali baja yang biasa digunakan pada konstruksi diantaranya adalah tali baja 6 x 7 + 1 FC, tali baja 6 x 19 + 1 FC, dan tali baja 6 x 37 + 1 FC. Pemilihan jenis tali baja 6 x 37 + 1 *fibre core* pada perencanaan *elevator* ini adalah karena untuk menyesuaikan spesifikasi tali baja yang ada dipasaran dan banyak digunakan pada mesin *wire rope hoist*.

b. Bahan Material

Batang kawat baja yang digunakan untuk pembuatan kawat baja harus dihasilkan dari kelompok baja karbon tinggi antara SWRH 52 sampai dengan SWRH 82 sesuai JIS G 3506. SWRH adalah klasifikasi penamaan baja karbon tinggi pada standar JIS G 3506. Serat yang digunakan untuk inti serat harus serat alam atau sintetis dan mengandung pelumas atau dilumasi merata.

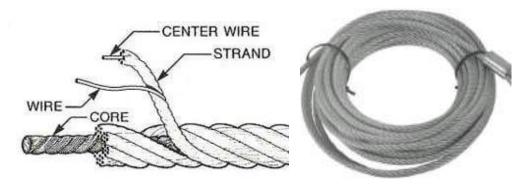
c. Ukuran Material

Pemilihan ukuran diameter pada tali baja 6 x 37 + 1 *fibre core* menyesuaikan spesifikasi dari perhitungan yang telah didapatkan dimana pada perhitungan didapatkan kekuatan putus tali 13654,9 kg maka dipilihlah diamter 16 mm pada tali baja 6 x 37 + 1 *fibre core* dengan kekuatan putus 13864 kg.

d. Harga & Ketersediaan Material

Untuk harga dari tali baja $6 \times 37 + 1$ *fibre core* dengan diameter 16 mm adalah $\pm \text{Rp } 45.000$ per meter dan biasanya tergabung dalam harga mesin *hoist wire rope*.

Pada perancangan *elevator* pengangkut barang ini menggunakan mesin *hoist wire* rope Nagasaki 10 ton x 12 meter dengan harga \pm Rp 75.000.000 yang tersedia di pasaran.



Gambar 4.9 Tali Baja

(Sumber: https://www.garudasystrain.co.id)

4.9 Biaya Perancangan *Elevator*

Biaya rancangan adalah perhitungan segala biaya yang diperlukan untuk melaksanakan suatu proyek atau kegiatan. Perencanaan biaya juga dikenal sebagai Rencana Anggaran Biaya (RAB). Biaya rancangan dibuat sebelum proyek dilaksanakan dan berisi perkiraan keseluruhan biaya yang dibutuhkan. Berikut ini adalah biaya perancangan yang merupakan perkiraan total biaya yang dibutuhkan untuuk pembuatan *elevator* pengangkut barang ini.

Tabel 4.2 Harga Satuan Komponen *Elevator*

Komponen	Ukuran	Harga
H Beam 125.125.6,5.9	12 meter	Rp. 5.064.000
H Beam 150.150.7.10	12 meter	Rp. 6.692.000
H Beam 200.200.8.12	6 meter	Rp. 5.305.000
UNP 120.55.7.9	6 meter	Rp. 907.000
T Beam 75.150.7.10	12 meter	Rp. 1.698.000
Hollow 100.100.2	6 meter	Rp. 950.000
Baut & Mur HTB Grade 8.8	M16 x 2.0 x 60 mm	Rp. 10.500
Plat Bordes 2,5 mm	1,2 m x 2,4 m	Rp. 1.398.000

Plat Baja 6 mm	1,2 m x 2,4 m	Rp. 2.460.000
Kawat Las ER70S-G	2,4 mm	Rp. 498.000
Rem Roda Penjept	5 ton	Rp. 6.150.000
Mesin Hoist Wire Rope	10 ton x 12 m	Rp. 57.745.000

Tabel 4.3 Biaya Perancangan *Elevator*

Komponen	Jumlah Komponen	Harga
H Beam 125.125.6,5.9	4 Batang	Rp. 20.256.000
H Beam 150.150.7.10	4 Batang	Rp. 26.768.000
H Beam 200.200.8.12	1 Batang	Rp. 5.305.000
UNP 120.55.7.9	2 Batang	Rp. 1.814.000
T Beam 75.150.7.10	6 Batang	Rp. 10.188.000
Hollow 100.100.2	13 Batang	Rp. 12.350.000
Baut & Mur HTB Grade 8.8	64 Buah	Rp. 672.000
Plat Bordes 2,5 mm	5 Lembar	Rp. 6.990.000
Plat Baja 6 mm	1 Lembar	Rp. 2.460.000
Kawat Las ER70S-G	5 Tube	Rp. 2.490.000
Rem Roda Penjept	2 Buah	Rp. 12.300.000
Mesin Hoist Wire Rope	1 Buah	Rp. 57.745.000
Tota	al	Rp. 159.338.000

Berdasarkan perhitungan biaya perancangan yang dibuat sesuai dengan harga satuan material yang dijual dipasaran kemudian dikalikan dengan jumlah komponen yang dibutuhkan maka didapatkan total biaya sebesar Rp 159.338.000 Total biaya ini belum termasuk biaya SDM (sumber daya manusia), hanya biaya dari material saja.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan yang dibahas pada skripsi ini dengan judul Perencanaan *Elevator* Pengangkut Barang Berkapasitas 1500 KG Pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang adalah sebagai berikut:

- 1. Tinggi pengangkatan yang didapat adalah 3,5 meter dan waktu pengangkatan adalah 29,16 detik. Dengan berat total 4500 kg dan akan ditopang dengan daya rencana 10,25 Hp. Maka dipilihlah jenis mesin *Elevator Electric wire rope hoist* NAGASAKI JAPAN 10 Ton x 12 m dengan daya motor lebih besar yaitu 17,43 Hp.
- 2. Pada konstruksi rangka *elevator* menggunakan H *Beam* 150.150.7.10 untuk bagian vertikal, H *Beam* 125.125.6,5.9 untuk bagian horizontal, H *Beam* 200.200.8.12 untuk penampang mesin, UNP 120.55.7.9 untuk bagian batang penguat *frame*, dan T *Beam* 75.150.7.10 untuk bagian rel. Kemudian di analisa dengan menggunakan Aplikasi Autodesk Inventor Professional 2021 dengan memasukan beban yang ada dengan hasil pemilihan bahan material dan baja yang tepat.
- 3. Pada perhitungan analisa pengelasan pada *frame* didapat 181,12 kN kekuatan sambungan yang dipikul untuk satu sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

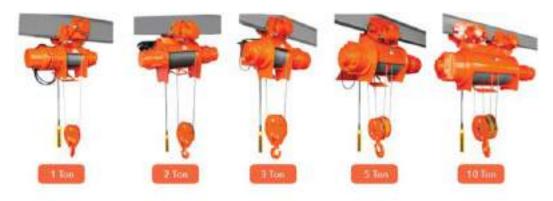
- 1. Ade M. 2023. Perancangan Lift Pengangkut Orang Berkapasitas 1200 Kg Di Fakultas Teknik Universitas Iba Palembang. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas IBA Palembang.
- 2. Amanto, H. dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- 3. A.R. Holowenko, Sendi Prapto. 1993. Dinamika Pemesinan. Jakarat: Erlangga.
- ASM Handbook. 1991. ASM Handbook Volume 4 Heat Treatment. USA: ASM International.
- ASM Handbook. 1993. ASM Handbook Volume 1 Properties And Selection Iron Steel And Life Time Performance Alloys. USA: ASM International.
- 6. Bagia, I, N., Parsa, I, M. 2018. Motor-Motor Listrik. Kupang: Rasi Terbit.
- 7. Bethony, Dr. Frans R. 2022. *Buku Ajar Mata Kuliah Metalurgi Fisik (Physical Metallurgy)*. Toraja: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja (UKI Toraja).
- 8. E. Arrofiq, Muhammad Nugroho, Lukman Sidiq., Fahmizal., Apriaskar, "Sistem Kendali Eddy Current Brakes Dinamometer menggunakan Linear Quadratic Regulator (LQR). 2021. *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi*, & Teknik Elektronika. 9(4).
- 9. Giancoli, D. C. 1998. Fisika, Jilid I, Edisi Kelima, (Yuhilza, H, Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- 10. Gunawan, Ir. Rudy. 1988. Tabel Profil Konstruksi Baja. Yogyakarta: Kanisius.
- 11. Ir. Sularso, MSME. 2004. *Dasar perencanaan dan pemilihan, Elemen mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- 12. Junaidi. 2018. Karakteristik Material Baja St.37 Dengan Temperatur Dan Waktu Pada Uji Heat Treatment Menggunakan Furnace. *Jurnal Universitas Amir Hamzah*. 8(15).
- 13. Juwana, Jimmy S. 2005. *Paduan Sistem Bangunan Tinggi : Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*. Jakarta: Erlangga.
- 14. Kusasi, Sarwono. 2012. Konstruksi Peralatan dan Komponen Pesawat Lift (Elevator). Jakarta.

- 15. Megson, T.H.G. 2005. *Structural and Stress Analysis*. Burlington: Butterwoth Heinmann.
- 16. Mott, Robert L. 2009. Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis (Perancangan Elemen Mesin Terpadu) Jilid 1. Yogyakarta: Andi.
- 17. N. Rudenko. 1996. Mesin pengangkat. Ciracas Jakarta: Erlangga.
- 18. Prasetyo, Ir. Cahyono H. 2022. *Perancangan Sistem Transportasi Vertikal Bangunan Tinggi*. Jakarta: Lembaga Penerbitan Universitas Nasional (LPU-UNAS).
- 19. Republik Indonesia. 2002. SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- 20. Republik Indonesia. 2006. SNI 07-0052-2006 tentang Baja Profil Kanal U Proses Canai Panas (Bj P Kanal U). Jakarta.
- 21. Republik Indonesia. 2011. SNI 2610:2011 *tentang Baja profil H (Bj P H-beam)*. Jakarta.
- 22. Republik Indonesia. 2013. SNI 0068:2013 tentang Pipa Baja Untuk Konstruksi Umum. Jakarta.
- 23. Tarkono., Siahaan, G., & Zulhanif. 2012. Studi Penggunaan Elektroda Las Yang Berbeda Terhadap Sifat Mekanik Pengelasan SMAW Baja AISI1045. *Jurnal Mechanical*. 3(2).
- 24. Tchendjeu, T., Ecladore, A. 2023. Design and Realization of a Controlled Electromagnetic Breaking System. *Journal of Engineering*. 2023.
- 25. Wattimena, W. M. E., & Louhenapessy, J. 2014. Pengaruh Holding Time Dan Quenching Terhadap Kekerasan Baja Karbon St 37 Pada Proses Pack Carburizing Menggunakan Arang Batok Biji Pala (Myristica Fagrans). *Jurnal Ilmu Ilmu Teknik dan Sains*. 11(1).
- 26. Wiryosumarto, H., Okumura, S. 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- 27. Zayadi, A., & HP, Cahyono. 2020. Analisis Kekuatan Tali Baja Pada Lift Schindler Kapasitas 1600 Kg. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*. 5(1).

LAMPIRAN

Tabel Spesifikasi Electric Wire Rope Hoist Nagasaki

Model		VII -		COMO	22 /2		v.
Lifting capacity(t)		0.5	- 35	2	3	- 5	10
Lifting	height(m)	3,6,9	3,6,9 6,9,12,18,24,30				
Lifting s	peed(m/min)	8	50400 7		7		
Wire rope	Dia.(mm)	4.8	7,4	-11	13	15	16
was lobs -	Spec.	6x37+1	6x37+1	6x37+1	6x37+1	6x37+1	6x37+1
	Туре	ZD121-4	ZD122-4	ZD131-4	ZD132-4	ZD141-4	ZD151-4
Lifting motor	Power(kW)	0.8	1.5	3	4.5	7.5	13
	Rotation speed(r/min)	1380	1380	1380	1500	1500	1500
Power Source				3PAC 38	50v,50HZ		



Tabel Beban patah minimum konstruksi 6 x 19 FC

Diameter Nominal	Beban pata (ki	Perkiraan Berat		
No.	Berlapi			
(mm)	Kelas G	Kelas A	(kg/m)	
6	18,1	19,4	0,131	
8	32,1	34,6	0,233	
9	40,7	43,8	0,295	
10	50,2	54,0	0,364	
12	72,3	77,8	0,524	
14	98,4	106	0,713	
16	128	138	0,932	
18	163	175	1,18	
20	201	216	1,46	
22	243	261	1,76	
24	289	311	2,10	
26	339	365	2,46	
28	393	424	2,85	

Tabel Beban patah minimum konstruksi 6 x 37 FC

Diameter	Beban patah	Perkiraan			
Nominal	Berlap	Berat			
(mm)	Kelas G	Kelas A	(kg/m)		
6	17,8	19,1	0,129		
8 9	31,6	34,0	0,230		
9	40,0	43,0	0,291		
10	49,4	53,1	0,359		
12	71,1	76,5	0,517		
14	96,7	104	0,704		
16	126	136	0,920		
18	160	172	1,16		
20	197	212	1,44		
22	239	257	1,74		
24	284	306	2,07		
26	334	359	2,43		
28	387	416	2,82		
30	444	478	3,23		
32	505	544	3,68		
36	640	688	4,66		
40	790	850	5,75		
44	956	1030	6,96		
48	1140	1220	8,28		
52	1330	1440	9,72		
56	1550	1670	11,3		
60	1780	1910	12,9		

Tabel Harga Profil U (UNP)

Harga
Rp 226.000
Rp 349.000
Rp 376.000
Rp 623.000
Rp 907.000
Rp 907.000
Rp 1.277.000
Rp 1.964.000

Tabel Harga Profil H Beam

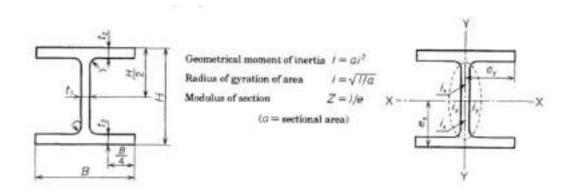
Harga
Rp. 3.647.000
Rp. 5.064.000
Rp. 6.692.000
Rp. 10.605.000
Rp. 16.568.000
Rp. 21,506,000
Rp. 31.344.000
Rp. 39.352.000

Tabel Harga Besi *Hollow*

Ukuran	Harga
Hollow 40 mm x 80 mm x 1,2 mm x 6 m	Rp 224.600
Hollow 50 mm x 50 mm x 1,2 mm x 6 m	Rp 153.700
Hollow 50 mm x 100 mm x 1,2 mm x 6 m	Rp 284.300
Hollow 80 mm x 80 mm x 1,2 mm x 6 m	Rp 224.600
Hollow 75 mm x 75 mm x 1,2 mm x 6 m	Rp 284.300
Hollow 100 mm x 100 mm x 2 mm x 6 m	Rp 950.000
Hollow 100 mm x 150 mm x 4,5 mm x 6 m	Rp 4.558.000
Hollow 100 mm x 150 mm x 5,8 mm x 6 m	Rp 5.874.000
Hollow 100 mm x 175 mm x 4,5 mm x 6 m	Rp 5.013.000
Hollow 100 mm x 200 mm x 3 mm x 6 m	Rp 3.646.000
Hollow 100 mm x 250 mm x 6 mm x 6 m	Rp 8.507.000
	- Interest of the Control of the Con

Tabel H Beam JIS G 3192: 2008

Standard Sectional Dimension					Sectional		Informative Reference					
Value of double of the soft					Area Unit	Unit	Geometrical		Radius of		Modu	ius of
Nominal			1			Mass	moment	of inertia	gyration	of area	Sec	tion
Dimensional	HxB	t1	12	r	A		lx	ly	ix	iy	Zx	Zy
mnamm	mounn	mm	mm.	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ⁴	cm	on	cm ²	cm ³
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134.0	4.18	2.47	76.5	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	0	30.31	23.80	847	293.0	5.29	3.11	136.0	47.0
150 x 75	150 x 75	5	7	В	17,65	14.00	666	49.5	6.11	1,66	88.8	13.2
150 x 100	148 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1.020	151.0	6.17	2.37	138.0	30.1
150 x 150	150 x 150	7	10	:11	40.14	31.50	1648	563.0	6.39	3.75	219.0	75.1
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2 880	984.0	7.50	4.38	330.0	112.0
770 - 600	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1 580	114.0	8.26	2.21	160.0	23.0
200 x 100	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1840	134.0	8.24	2.22	184.0	26.8
200 s 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4 720	1 600	8.62	5.02	472.0	160.0
250 x 125	248 x 124	5	В	12	32.68	25.70	3 540	255.0	10.40	2.79	285.0	41.1
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4 050	294.0	10.40	2.79	324.0	47.0
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10 800	3 650	10,80	6.29	867.0	292.0
100 - 100	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6 320	442.0	12.40	3.29	424.0	59.3
300 x 150	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7210	508.0	12.40	3.29	481.0	67.7
300 s 300	300 x 300	10	15	18	119.80	94.00	20 400	8 750	13.10	7.51	1 360	450.0
350 x 175	346 x 174	6	9	14	52.68	41.40	11 100	792.0	14.50	3.88	641.0	91.0
339 X 119	350 x 175	7	- 11	14	63,14	49.80	13 600	984.0	14.70	3.96	775.0	112.0
350 x 350	350 x 350	12	19	20	173.90	137.00	40.300	13 600	15.20	8.84	2 300	776.0
400 x 200	396 x 199	7	11	16	72.16	56.60	20 000	1 450	16.70	4.48	1 010	145.0
400 x 200	400 x 200	8	13	16	84.10	86.00	23 700	1 740	16.8	4.54	1 190	174.0
"400 x 400	400 x 400	13	21	22	218.70	172.00	66 600	22 400	17.5	10.10	3 330	1 120
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.80	76.00	33 500	1 870	18.6	4.40	1 490	187.0
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.20	89.80	47 800	2 140	20.5	4.33	1 910	214.0
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.40	106.00	77 600	2 280	24.0	4.12	2 590	228.0
600 x 300	588 x 300	12	20	28	192.50	151,00	118 000	9 020	24.6	6.85	4 020	.601.0
*700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.50	185.00	201 000	10 800	29.3	6.78	5 780	722.0
*800 x 300	800 x 300	14	26	28	267.40	210.00	292 000	11 700	33.0	6.62	7 290	782.0





SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA

Nomor : FT/E 23/2024/IX/179

tentang PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA

Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA:

Permohonan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin untuk menyusun Skripsi, pada

semester Ganjil/Genap Tahun Akademik 2024/2025.

Universitas Surat Ketua Program Studi Teknik Mesin PSTM/E.7/2024/IX/032, tanggal 24 September 2024, tentang usulan Dosen Pembimbing

Skripsi.

Menimbang

Bahwa guna pelaksanaan penulisan skripsi tersebut perlu mengangkat dan menunjuk 1

Dosen Pembimbing skripsi yang relevan dengan bidang kajian skripsi.

Bahwa untuk tertib administrasi perlu diterbitkan surat keputusan sebagai pedoman dan

landasan hukumnya.

Mengingat

Undang-Undang RI Nomor 2 Tahun 1989

Peraturan Pemerintah No.60 Tahun 1999

Statuta Universitas IBA 3

Surat Keputusan BAN-PT No. 7477/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/S/XI/2020, tentang status

akreditasi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA. Surat Kep. Rektor UIBA Nomor 197/UI/M 6/VIII/1991, tentang ketentuan umum dan

prosedur penulisan Skripsi.

Surat Kep. Pengurus Harian Yayasan IBA. Nomor: 203/Pers. IBA/C-3/VIII/2024, tentang

pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA

MEMUTUSKAN

Menetapkan

Pertama

Menunjuk dan mengangkat Dosen Pembimbing skripsi dengan susunan sebagaimana terlampir.

Kedua

Masa berlakunya SK. Pembimbing selama 2x semester dan dinyatakan selesai setelah mahasiswa yang dibimbing dinyatakan lulus dalam sidang sarjana. Jika penyusunan skripsi

melebihi batas waktu 2x semester, maka dinyatakan gagal dan SK. Akan ditinjau

kembali.

Ketiga

Surat keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan selesainya penyusunan skripsi tersebut dengan ketentuan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam

keputusan ini, maka akan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Pada tanggal

Dekan.

bang ober 2024

Dr. Ir. Harda ANUMTAS TEKNIK NIK 03 24 HTWERSITAS 18A

Tembusan Yth.

Ketua Program Studi

Dosen Pembimbing skripsi 2

3. Arsip

KAMPUS URBA

JALAN MAYOR RUSLAN, PALEMBANG 30113 | TELP.: (0711) 351364, 375777 | FAX.: (0711) 350793 FAKULTAS

HUKUM (EKONOMI) TEKNIK | PERTANIAN

WEBSITE Iba ac.id



Lampiran

SK Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA

Nomor : FT/E 23/2024/IX/179, Tanggal : 01 Oktober 2024

NAMA DOSEN PEMBIMBING UTAMA DAN PEMBIMBING KEDUA PENULISAN SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GANJIL / GENAP 2024/2025

NO	NAMA / NPM	JUDUL SKRIPSI	PEMBIMBING UTAMA	PEMBIMBING PENDAMPING
1.	Muhammad Risky (20320001)	Perencanaan Elevator ber Kapasitas 1500kg pada Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang	Ir. Asmadi, MT.	Ir. Ratih Diah Andayani, MT.

Ditetapkan di Pada tanggal Palembang

: 01 9 ober 2024

Dekan,

Dr. Ir. Hardewall ERSITAS IBA



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA PALEMBANG

Jl. Mayor Ruslan, 9 Ilir, Ilir Timur II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30113 Telp. (0711) 361712

LEMBAR KONSULTASI DENGAN DOSEN PEMBIMBING

Nama/NPM

: Muhammad Risky/20320001

Judul Skripsi

: Perencanaan Elevator Pengangkut Barang Berkapasitas 1500 KG Pada

Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

Dosen Pembimbing I: Ir. Asmadi, MT.

No	Tanggal	Bahasan	Paraf Pembimbing	Keterangan
(D)	16/12-2024	truplies & Bout	1/2]	
9	2/12-2024	thiting Broplacom		
5	3/01-2025	> Defelier S Dimis Botay?	7	
		a ·	12	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany. S,T. M,Eng.



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA PALEMBANG

Jl. Mayor Ruslan, 9 Ilir, Ilir Timur II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30113

Telp. (0711) 361712

LEMBAR KONSULTASI DENGAN DOSEN PEMBIMBING

Nama/NPM

: Muhammad Risky/20320001

Judul Skripsi

: Perencanaan Elevator Pengangkut Barang Berkapasitas 1500 KG Pada

Gedung Laboratorium Teknik Mesin Universitas IBA Palembang.

Dosen Pembimbing II: Ir. Ratih Diah Andayani, MT.

No	Tanggal	Bahasan	Paraf Pembimbing	Keterangan
1)	3-12-2029	Perbaiki format Lapovan	R	unantkan
2.)	11-12-2021	Cele legé perhipupa remaistensi	R	Consutkan.
3.)	17-12-2029	tambahkan sabel Hasel þerhi fuga.	le,	la suble a
4)	6-1-2025	lamperte drestiles Mesin di posara. Utte moncocolian hang	I,	lasuth
57	7-1-2025	herenne in cace, who menous beniner hand biapha Power Poms	k	lageth:

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany. S,T. M,Eng.