

TUGAS AKHIR

ANALISIS NUMERIK KEKUATAN RANGKA LIFT DENGAN KAPASITAS VARIASI BEBAN PADA BANGUNAN 2 LANTAI

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD SYAHRIAN EFFENDY

1507230134



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Syahrin effendy

NPM : 1507230134

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Numerik kekuatan rangka lift dengan kapasitas variasi beban pada bangunan 2 lantai

Bidang ilmu : Alat Berat

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

Medan, September 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



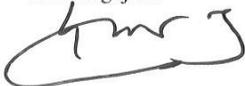
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Sudirman Lubis, S.T., M.T



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Syahrhan Effendy
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/26 Maret 1996
NPM : 1507230134
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisis Numerik Kekuatan Rangka Lift Dengan Kapasitas Variasi Beban Pada Bangunan 2 Lantai”,

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

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

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

Medan, September 2021

Saya yang menyatakan,



Muhammad Syahrhan Effendy

Abstrak

Rangka lift adalah suatu sistem yang memberikan dukungan fisik pada lift atau bisa di sebut juga rangka lift adalah suatu susunan dari batang besi, plat besi, dan bahan-bahan lainnya yang membentuk suatu struktur rangka lift. Pada rangka lift menggunakan besi unip 10, unip 5, dan siku 40 yang berbahan material besi baja. Dalam menganalisa kekuatan rangka lift menggunakan metode numerik, untuk mengetahui hasil analisis kekuatan rangka lift yang meliputi tegangan, regangan, dan defleksi. Software Solidwork juga digunakan untuk mempermudah membuat desain konstruksi lift. Pengujian dilakukan dengan gaya beban 500kgf, 700kgf, dan 900kgf menggunakan software solidwork untuk menghitung nilai stress (tegangan), strain (regangan), dan modulus elastisitas (defleksi). nilai maximum pada pengujian stress (tegangan) yaitu $8.719e+007 \text{ N/m}^{-2}$ pada gaya beban 500kgf, $1.221e+008 \text{ N/m}^{-2}$ pada gaya beban 700kgf, dan $1.569e+008 \text{ N/m}^{-2}$ pada gaya beban 900kgf. Nilai maximum pada pengujian strain (regangan) yaitu $2.893e-004$ pada gaya beban 500kgf, $5.050e-004$ pada gaya beban 700kgf, dan $5.208e-004$ pada gaya beban 900kgf, dan nilai maximum pada pengujian modulus elastisitas (defleksi) yaitu $1.829e+000 \text{ mm}$ pada gaya beban 500kgf, $2.560e+000 \text{ mm}$ pada gaya beban 700kgf, dan $3.292e+000 \text{ mm}$ pada gaya beban 900kgf.

Kata kunci : Rangka Lift, Kekuatan, Metode Numeric, Solidwork

Abstract

The elevator frame is a system that provides physical support to the elevator or it can also be called the elevator frame is an arrangement of iron rods, iron plates, and other materials that form an elevator frame structure. In the elevator frame, it uses unp 10, unp 5, and 40 elbows which are made of steel material. In analyzing the strength of the elevator frame using numerical methods, to determine the results of the analysis of the strength of the elevator frame which includes stress, strain, and deflection. Solidwork software is also used to make it easier to design elevator construction. The test was carried out with a load force of 500kgf, 700kgf, and 900kgf using solidwork software to calculate the value of stress (stress), strain (strain), and modulus of elasticity (deflection). the maximum value in the stress test is $8.719e+007$ N/m-2 at 500kgf load force, $1.221e+008$ N/m-2 at 700kgf load force, and $1.569e+008$ N/m-2 at load force 900kgf. The maximum value in the strain test is $2.893e-004$ at 500kgf load force, $5.050e-004$ at 700kgf load force, and $5.208e-004$ at 900kgf load force, and the maximum value in the elastic modulus (deflection) test is $1.829e+000$ mm at 500kgf load force, $2,560e+000$ mm at 700kgf load force, and $3,292e+000$ mm at 900kgf load force.

Keywords: Elevator Frame, Strength, Numeric Method, Solidwork

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Kekuatan Rangka Lift Dengan Kapasitas Variasi Beban Pada Bangunan 2 Lantai” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan penguji sekaligus Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pimbimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Affandi, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.

6. Orang tua penulis: Bapak Syahbudin dan Ibu Suriana Nst, yang telah berusaha payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad pandu, Muhammad aswan daulay, Aryansyah pratama Hrp, dan sahabat lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, September 2021

Muhammad Syahrian Effendy

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Lift	4
2.2. Besi UNP dan Besi Siku	8
2.3. Solidworks	10
2.4. Model Matematik Analisa Numerik	12
2.5. stress, strain, displacement	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	24
3.1.1. Tempat	24
3.1.2. Waktu	24
3.2. Alat	24
3.2.1. Alat	24
3.3. Bagan Alir Penelitian	26
3.4. Perancangan Model Dengan Software Solidworks	27
3.5. Analisa Rangka Dasar Dengan Software Solidworks	36

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Analisa Pada Rangka Dasar Menggunakan Solidwork	39
4.1.1. Analisa Stres Pada Gaya Beban 500kg, 700kg, Dan 900kg	39
4.1.2. Analisa Displacement Pada Gaya Beban 500kg, 700kg, Dan 900kg	42
4.1.3. Analisa Strain Pada Gaya Beban 500kg, 700kg, Dan 900kg	45
4.2. Analisa Data	48

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kekuatan Maksimum Bahan (Gaya/Luas)

Tabel 2.2. Modulus Young Beberapa Jenis Bahan

Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. kostruksi lift

Gambar 2.2. ovsevation elevator

Gambar 2.3. lift barang

Gambar 2.4. besi UNP

Gambar 2.5. besi siku

Gambar 2.6. menara kendali rel kereta api

Gambar 2.7. jenis tegangan (stress) pada benda padat

Gambar 2.8. grafik perbandingan tegangan terhadap regangan untuk baja dan aluminium

Gambar 3.1. komputer fakultas teknik

Gambar 3.2. perangkat lunak solidworks

Gambar 3.3. diagram alir

Gambar 3.4. tampilan awal solidworks

Gambar 3.5. sketch rangka profil U

Gambar 3.6. extrude boss/base sketch

Gambar 3.7. edit material desain

Gambar 3.8. desain rangka profil U yang telah di edit

Gambar 3.9. sketch rangka profil U

Gambar 3.10. extrude boss/base sketch

Gambar 3.11. Edit material desain

Gambar 3.12. Desain ragka profil U yang telah di edit

Gambar 3.13. Sketch rangka profil L

Gambar 3.14. Extrude Boss / Base Sketch

Gambar 3.15. Edit material desain

Gambar 3.16. Desain ragka profil L yang telah di edit

Gambar 3.17. Assembling

Gambar 3.18. Memilih part untuk dirakit

Gambar 3.19. Part yang akan diakit

Gambar 3.20. Part yang sudah dirakit

Gambar 3.21. Rangka dasar dengan analisa statik

Gambar 3.22. Pemilihan area Fixed Gomtery

Gambar 3.23. Pemilihan area beban dan nilai beban

Gambar 3.24. Pemilihan mesh pada rangka dasar

Gambar 3.25. Rangka dasar yang telah di mesh

Gambar 4.1. Hasil analisa stress pada gaya beban 500kg

Gambar 4.2. Hasil analisa stress pada gaya beban 700kg

Gambar 4.3. Hasil analisa stress pada gaya beban 900kg

Gambar 4.4. Hasil analisa displacement pada gaya beban 500kg

Gambar 4.5. Hasil analisa displacement pada gaya beban 700kg

Gambar 4.6. Hasil analisa displacement pada gaya beban 900kg

Gambar 4.7. Hasil analisa strain pada gaya beban 500kg

Gambar 4.8. Hasil analisa strain pada gaya beban 700kg

Gambar 4.9. Hasil analisa strain pada gaya beban 900kg

Gambar 4.10. Gambar diagram hasil dari nilai stress

Gambar 4.11. Gambar diagram hasil dari nilai strain

Gambar 4.12. Gambar diagram hasil dari nilai defleksi

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
F	gaya	g
A	luas permukaan	mm ²
ε	regangan strain	tanpa satuan
ΔX	pertambahan panjang	m
X	panjang mula-mula	m
E	modulus young	N/m ²

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Rangka lift adalah suatu sistem yang memberikan dukungan fisik pada lift atau bisa di sebut juga rangka lift adalah suatu susunan dari batang besi, plat besi, dan bahan-bahan lainnya yang membentuk suatu struktur rangka lift. Metode numerik akan sangat membantu setiap penyelesaian permasalahan apabila secara matematis dapat dibentuk suatu pola hubungan antara variabel/parameter.

Hal ini akan menjadi lebih baik jika pola hubungan yang terbentuk dapat dijabarkan dalam bentuk fungsi. Ada sejumlah metode numerik yang dapat menyelesaikan persamaan non-linier. Dua diantaranya adalah metode *Newton-Raphson* dan metode *Secant*. Dengan kata lain perhitungan dalam metode numerik adalah perhitungan yang dilakukan secara berulang-ulang untuk terus-menerus diperoleh hasil yang mendekati nilai penyelesaian *eksak*. (Siti nurhabiba, 2017)

Metode numerik merupakan permasalahan-permasalahan yang diformulasikan secara matematis merupakan suatu pendekatan. Akurasi perhitungan dari permasalahan yang didekati secara matematis sangat tergantung pada asumsi-asumsi yang diberikan. Misalnya, untuk menganalisis kekuatan rangka pada lift barang maupun lift penumpang. Semakin akurat data yang dipergunakan untuk perhitungan operasi matematik dan semakin sedikit asumsi yang di berikan maka pendekatan memberikan hasil yang lebih baik. Ukuran akurat dari pendekatan ini lebih di kenal dengan nama error atau kesalahan. Selain menggunakan metode numerik kita juga menggunakan software solidwork untuk mempermudah membuat desain kontruksi lift.

Solidwork juga merupakan software yang digunakan untuk merancang suatu produk, mesin atau alat. Solidwork pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti *pro-engineer*, *NX Siemens*, *I-Deas*, *Unigrapics*, *Autodesk inventor*, *Autodesk AutoCAD* dan *CATIA*. Solidwork Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh *Jon Hirschtick*, dengan merekrut tim

insinyur profesional untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak *CAD 3D*, dengan kantor pusatnya di *Concord, Massachusetts*, dan merilis produk pertama, *solidwork 95*, pada tahun 1995. (Imam Sungkono, 2019)

Penulis juga menggunakan software *solidwork* untuk membuat gambar atau desain. Misalnya, seperti konstruksi lift atau rangka lift.

Konstruksi lift yang akan dibangun di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan bahan besi ump 10, un 5, siku 40, dan besi beton yang ditanam ke dalam tanah menggunakan semen agar lift bisa berdiri kokoh dengan pondasi yang dibuat. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlukirannya dilakukan studi kasus yang bertujuan untuk mengetahui lebih jelas kekuatan rangka dengan varian tanpa beban dan memakai beban, memilih bahan dari rangka lift barang 500kg dan mengangkatnya dalam sebuah tugas sarjana dengan judul “Analisis Numerik Kekuatan Rangka Lift Dengan Kapasitas Variasi Beban Pada Bangunan 2 Lantai” sehingga dapat dihitung pada kekuatan rangka pada lift.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana mengetahui ukuran yang tepat untuk membuat rangka lift dengan beban 500kg, 700kg, dan 900kg ?
- b. Bagaimana mengetahui besar kekuatan rangka lift jika diberikan variasi gaya beban 500kg, 700kg, dan 900kg pada pengujian lift bangunan 2 lantai dengan menggunakan analisis metode numerik dan software *solidwork* di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- c. Berapakah nilai yang didapat dari strain, stress, dan defleksi dari rangka lift memiliki beban 500kg, 700kg, dan 900kg ?

1.3 Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan penulis merasa perlunya untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

- a. Analisa Numerik kekuatan rangka pada lift pada bangunan 2 lantai dengan menggunakan solidwork.
- b. Pembebanan yang diberikan pada rangka lift pada bangunan 2 lantai pada simulasi numerik sebesar 500kg, 700kg, dan 900kg. (Pengujian rangka lift pada bangunan 2 lantai).
- c. Menggambar komponen rangka dengan menggunakan software solidwork.

1.4 Tujuan

1.4.1. Tujuan umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui spesifikasi rangka lift yang mampu menahan beban 500kg .

1.4.2. Tujuan khusus

- a. Menganalisa konstruksi lift pada bangunan 2 lantai menggunakan software solidwork.
- b. Untuk mengetahui hasil kekuatan rangka lift pada bangunan 2 lantai jika di berikan gaya beban 500kg, 700kg, dan 900kg. dari total deformasi, *stress* (tegangan), *strain* (regangan) dan *displacement* (defleksi) dengan menggunakan software Solidwork sebagai software simulasi.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

- a. Dapat bermanfaat untuk penulis selanjutnya sebagai bahan referensi untuk penyempurnaan alat elevator atau lift.
- b. Dapat mengetahui bahan rangka lift pada bangunan 2 lantai.
- c. Dapat mengetahui batas kemampuan rangka lift saat diberi beban 500kg, 700kg, dan 900kg.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lift

Lift merupakan angkutan transportasi vertikal yang digunakan untuk mengangkut orang ataupun barang. Umumnya digunakan di gedung-gedung bertingkat tinggi, biasanya lebih dari tiga atau empat lantai. (Arturiza, 2014) Lift telah berkembang sejak pertama kali dibuat sekitar 150 tahun yang lalu. Lift berbasis *steam and hydraulic* telah diperkenalkan pada tahun 1852 oleh seorang pencetus lift yaitu Elisha Otis. Lalu pada tahun 1857, lift berpenumpang pertama dipasang di toko E. Haughwout & Company, New York. Perkembangan teknologi di bidang lift berkembang dengan pesat.

PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat diartikan sebagai kontrol logika terprogram. PLC memiliki inti berupa mikroprosesor, biasa digunakan pada otomasi proses industri seperti pengawasan dan pengontrolan mesin-mesin produksi. PLC memiliki perangkat masukan dan keluaran yang digunakan untuk berhubungan dengan perangkat luar seperti tombol operasi, sensor, relay, kontaktor dan lainnya. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengoperasikan PLC berbeda dengan bahasa pemrograman biasa. Bahasa yang digunakan adalah ladder diagram, yang hanya berisi input – input memang seperti tampilan tangga. Disamping menggunakan pemrograman *ladder*, PLC juga dapat diprogram dengan pemrograman SFC dan pemrograman FBD.

Komponen utama PLC adalah input, CPU (*Central Processing Unit*), dan output. Input pada PLC bisa berupa alat untuk mengoperasikan sistem (saklar, tombol) dan sensor. *Output* pada PLC adalah sistem yang di kontrol, bisa berupa aktuator (motor, kontaktor), lampu dan sebagainya. Pada penelitian sebelumnya telah dibuat suatu sistem simulator yang menunjukkan cara kerja dari lift dengan jumlah empat lantai.

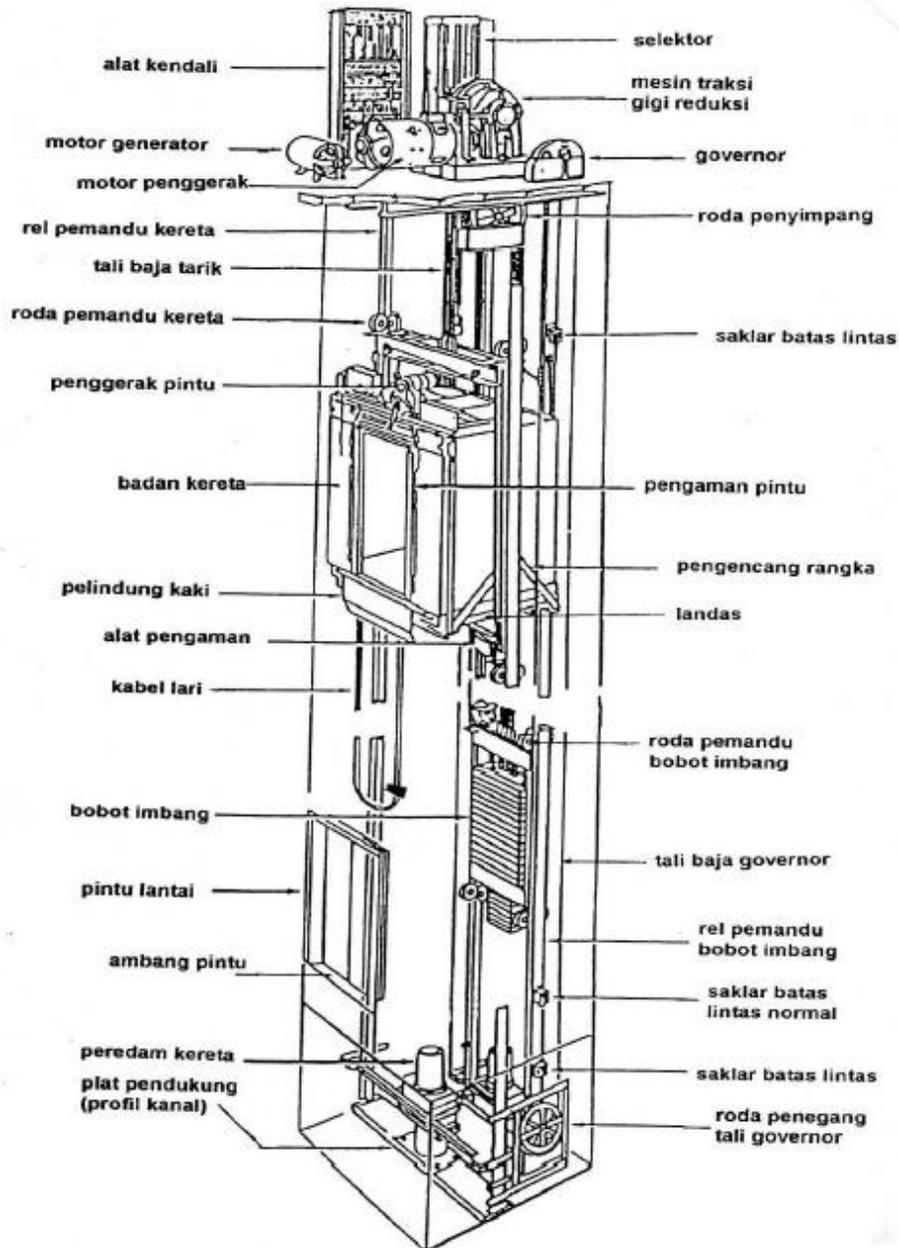
Cara kerja dari simulator ini adalah, terdapat beberapa tombol yang digunakan untuk memanggil kompartemen lift yang direpresentasikan dengan lampu LED di setiap indikator lantai. Lalu, disetiap lantai dipasangkan satu unit *Seven Segments* yang berfungsi sebagai tampilan lokasi keberadaan kompartemen. Dan untuk pengamanan dipasangkan satu unit *Buzzer* yang akan bekerja apabila tombol *Emergency* ditekan. Pada penelitian ini, penulis mencoba memodifikasi sistem dengan menggunakan sebuah pemodelan. Pemodelan ini berbentuk konstruksi lift dengan jumlah enam lantai dan dipasang *Limit Switch* di setiap lantai dengan tujuan untuk memberikan batas pada setiap lantainya. Lalu ditambahkan sepasang pintu yang dapat membuka dan menutup saat kompartemen lift sampai tujuan. Tampilan penunjuk lantai menggunakan satu unit *Seven Segments* di setiap lantainya.

Pada bagian sistem *Emergency* penulis menambahkan satu unit sensor infra merah yang akan mendeteksi objek di pintu lift. Maka saat objek terdeteksi oleh sensor infra merah, pintu tidak akan menutup dan hanya akan menutup apabila objek telah tidak terdeteksi sensor infra merah. Dan dipasangkan sebuah tombol *Emergency* yang akan menyalakan *Buzzer* apabila di tekan dan kompartemen akan menuju lantai terdekat untuk berhenti sementara.

Transportasi vertikal merupakan suatu sarana untuk menaik-turunkan objek tertentu. Transportasi vertikal terdiri dari lift, eskalator dan lainnya. Lift merupakan suatu sarana transportasi di dalam bangunan yang berfungsi untuk menaungkut beban dari bawah ke atas ataupun sebaliknya. Untuk sistem pengoperasiannya, lift dibagi atas dua tipe yaitu *Sistem Geared* dan *Sistem Gearless*. Untuk *Sistem Geared*, tarikan dari putaran motor dikurangi oleh gearbox yang melintasi antara sangkar dan *Counter Weight*. Sebaliknya, pada *Sistem Gearless*, cakram motor dihubungkan secara langsung pada motor yang terhubung pada lift. Keuntungan dari penggunaan *Sistem Gearless* adalah penghematan energi mencapai 25% lebih hemat dibandingkan dengan *Sistem Geared*

contoh konstruksi lift terlihat pada gambar 2.1 konstruksi lift dibawah ini.

(ELEVATOR)



Gambar 2.1 konstruksi lift (Kinaya Aratuza, 2019)

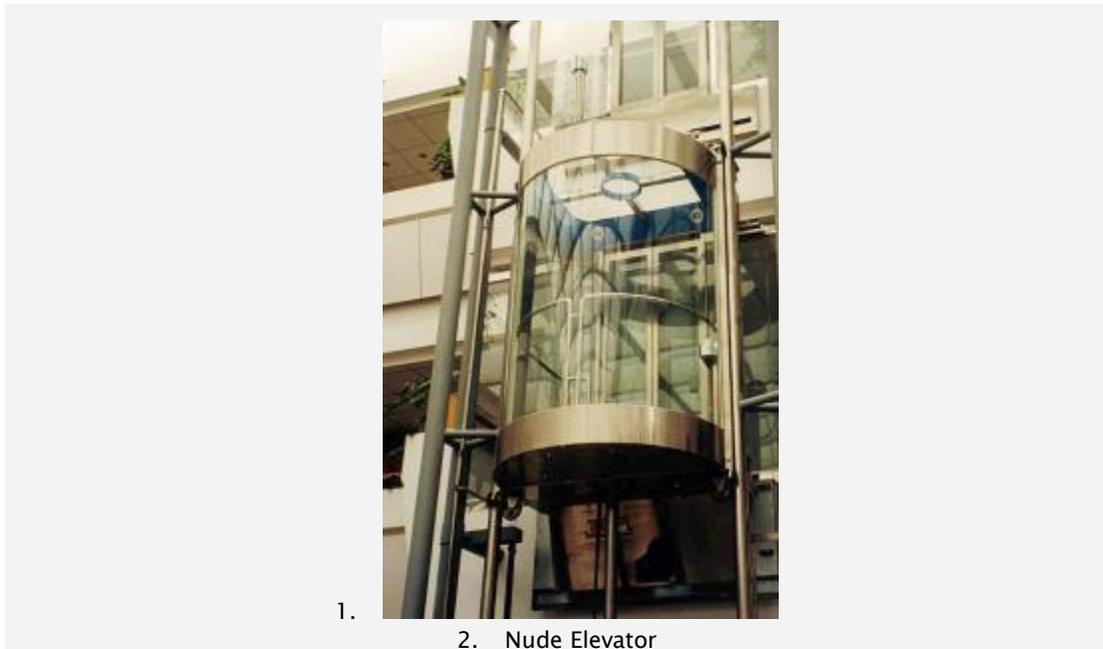
Jenis – Jenis Lift

Lift penumpang / *Passenger Elevator*.

Hampir semua orang mengetahui fungsi dari lift ini. *Passenger elevator* mempunyai skope yang luas, mulai dari rumah tinggal, ruko, gedung rendah, medium, bahkan high rise. Jenis ini merupakan lift yang paling banyak digunakan. Untuk gedung *High rise* atau bahkan *Skyscraper*, maka digunakan *High speed elevator*, bahkan *Ultra high speed elevator*.

Observation Elevator.

Banyak kita jumpai di mall / gedung rendah. Fungsinya sama dengan lift penumpang, hanya desainnya menggunakan kaca, atau biasa disebut lift kapsul.



Gambar 2.2 *Obsevation Elevator* (Kinaya Aratuza, 2019)

Salah satu pengembangan dari *Observation elevator*, adalah *Nude elevator*, dimana car dan entrance nya didesain dengan menggunakan kaca.

Service Lift

Service lift merupakan lift penumpang yang fungsinya ditujukan untuk kegiatan operasional pendukung. Lift ini banyak kita temui di gedung perkantoran, dimana lift ini dikhususkan bagi oprasional, seperti *Building maintenance*, *Cleaning service*, atau membawa barang barang yang kecil.

Lift barang / Freight Elevator.

Lift barang di desain untuk mengangkut barang, biasanya lift ini mempunyai kapasitas yang lebih besar & bukaan pintu / door opening yang lebih besar.



Gambar 2.3. Lift Barang (Kinaya Aratuza, 2019)

Bed Elevator / lift rumah sakit.

Lift ini digunakan di rumah sakit untuk membawa tempat tidur pasien. Karena itu ukurannya sudah disesuaikan dengan standart rumah sakit.

2.2. Besi UNP Dan Besi Siku

a. Besi UNP adalah besi panjang dengan bentuk yang menyerupai huruf U. Dikenal juga sebagai Kanal U, Profil U, dan U-Channel, besi ini banyak digunakan sebagai penutup dinding (*Girts*), penutup dudukan atap (*Purin*), dan rangka komponen konstruksi. Di pasaran, besi ini memiliki panjang standard 6 meter. Ada beberapa macam dan ukuran besi kanal UNP yang banyak digunakan, seperti berikut.

1. Besi kanal UNP 5 memiliki berat 31kg dengan ukuran 50 x 38 x 5mm.
2. Besi kanal UNP 6,5 memiliki berat 42kg dengan ukuran 65 x 42 x 5mm.
3. Besi kanal UNP 7,5 memiliki berat 45,52kg dengan ukuran 75 x 40 x 5mm.
4. Besi kanal UNP 8 memiliki berat 49kg dengan ukuran 80 x 45 x 6mm.
5. Besi kanal UNP 10 memiliki berat 56,2kg dengan ukuran 100 x 50 x 5mm.
6. Besi kanal UNP 12 memiliki berat 80kg dengan ukuran 120 x 55 x 7mm.
7. Besi kanal UNP 12,5 memiliki berat 80kg dengan ukuran 125 x 65 x 6mm.
8. Besi kanal UNP 14 memiliki berat 96kg dengan ukuran 140 x 60 x 7mm.
9. Besi kanal UNP 15 memiliki berat 112kg dengan ukuran 150 x 75 x 6,5mm.
10. Besi kanal UNP 16 memiliki berat 113kg dengan ukuran 160 x 65 x 7,5mm.

Contoh besi UNP terlihat pada Gambar 2.4. Besi UNP

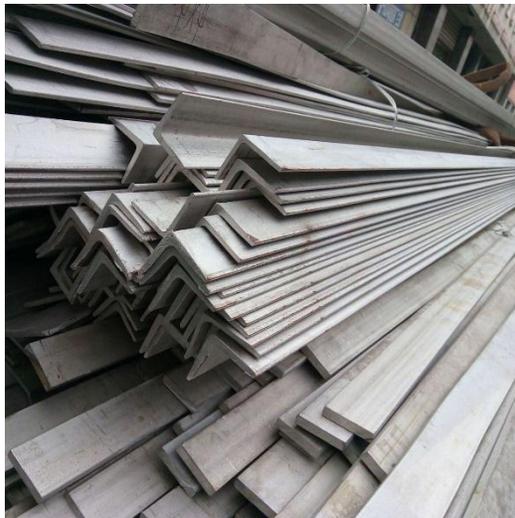


Gambar 2.4. Besi UNP

b. Besi siku

Besi siku terdiri dari dua kata. Secara harfiah, besi berarti logam yg keras dan kuat serta banyak sekali gunanya. Sedang siku berarti sudut yg terjadi dari pertemuan dua garis yg tegak lurus satu sama lain. jadi secara harfiah bisa kita artikan bahwa besi siku sendiri berarti logam yang berbentuk dua garis tegak lurus (sudut 90 derajat). Dalam dunia bangunan, besi siku ini lazimnya diproduksi dengan panjang yang sama, yaitu 6m. Bentuknya juga mirip segitiga siku-siku, hanya saja, tidak menutup di satu sisinya.

Fungsi Besi Siku Seperti terlihat dari bentuk dan pengertiannya, fungsi besi siku tidak terlalu sulit untuk ditebak. Besi siku berfungsi untuk membuat rak besi, tower air, kerangka tangga, hingga rangka pintu. Contoh gambar besi siku seperti terlihat pada Gambar 2.5. Besi Siku di bawah ini.



Gambar 2.5. Besi Siku

2.3. Solidwork

Solidwork adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh *DASSAULT SYSTEMES* digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (*Drawing*) untuk gambar proses permesinan. Solidworks diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk

program CAD seperti *Pro / ENGINEER, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD dan CATIA*. dengan harga yang lebih murah. *Solidworks Corporation* didirikan pada tahun 1993 oleh *Jon Hirschtick*, dengan merekrut tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di *Concord, Massachusetts*, dan merilis produk pertama, *Solidworks 95*, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 *Dassault Systèmes*, yang terkenal dengan *CATIA CAD* software, mengakuisisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% dari saham *Solidwork*. *Solidwork* dipimpin oleh *John McEleney* dari tahun 2001 hingga Juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh *Jeff Ray*. Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai software ini, menurut informasi *WIKI*, *Solidwork* saat ini digunakan oleh lebih dari 3 / 4 juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia. kalau dulu orang familiar dengan *AUTOCAD* untuk desain perancangan gambar teknik seperti yang penulis alami tapi sekarang dengan mengenal *SOLIDWORKS* maka *AUTOCAD* sudah jarang saya pakai.

Untuk permodelan pada industri pengecoran logam dalam hal pembuatan pattern nya, program program 3D seperti ini sangat membantu sebab akan memudahkan operator *pattern* untuk menterjemahkan gambar menjadi *Pattern /model Casting* pengecoran logam dan tentunya akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang bisa mengakibatkan salah bentuk. Untuk industri permesinan selain dihasilkan gambar kerja untuk pengerjaan mesin manual juga hasil geometri dari *Solidwork* ini bisa langsung diproses lagi dengan *CAM program* semisal *MASTERCAM, SOLIDCAM, VISUALMILL*. Untuk membuat G Code yang dipakai untuk menjalankan proses permesinan *Automatic* dengan *CNC*. *Solidwork* bisa membuat berbagai model tergantung keinginan dan kemampuan dari pemakai, bukan hanya untuk model mekanik, model Furniture, Bangunan dan benda-benda disekitar kita juga bisa dibuat, hanya saja kalau penulis pakai *Solidwork* hanya untuk buat gambar dan model teknik.

SPESIFIKASI MINIMAL *HARDWARE*

Untuk Spek Komputer minimal yang di sarankan untuk SOLIDWORKS adalah :

- System Operasi *WIN XP, Vista, Seven*
- *Processor Pentium 4, Intel XEON, Intel Core, AMD Athlon, AMD Turion, AMD Phenom.* (2,5 GHz atau lebih)
- *RAM* min 1GB (Disarankan 2GB)
- *VGA Card* 256 MB (Disarankan 512MB atau lebih)
- *HARDDISCK* lebih dari 5 GB
- *DVD Room*

2.4. Model Matematik Analisa Numerik

Bagian ini menyajikan sejarah singkat metode elemen hingga yang diterapkan pada bidang teknik struktural dan nonstruktural serta fisika matematika. Referensi yang dikutip di sini dimaksudkan untuk menambah pengantar singkat tentang latar belakang sejarah ini.

Perkembangan modern metode elemen hingga dimulai pada tahun 1940-an di bidang teknik struktur dengan karya *Hrennikoff* pada tahun 1941 dan *McHenry* pada tahun 1943, yang menggunakan kisi elemen garis satu dimensi (batang) dan balok untuk solusi tegangan dalam padatan kontinyu. Dalam sebuah makalah yang diterbitkan pada tahun 1943 tetapi tidak diakui secara luas selama bertahun-tahun, *Courant* mengusulkan pengaturan solusi stres dalam bentuk yang bervariasi.

Kemudian dia memperkenalkan fungsi *interpolasi* (bentuk) sedikit demi sedikit pada *subregional* segitiga yang menyusun seluruh wilayah sebagai metode untuk mendapatkan solusi numerik perkiraan. Pada tahun 1947 *Levy* mengembangkan *Fleksibilitas* atau metode gaya, dan pada tahun 1953 karyanya menyarankan bahwa metode lain metode kekakuan atau perpindahan bisa menjadi *Alternatif* yang menjanjikan untuk digunakan dalam menganalisis struktur pesawat terbang yang secara statistik berlebihan. Namun, persamaannya tidak praktis untuk diselesaikan dengan tangan, dan dengan demikian metode tersebut menjadi populer hanya dengan

munculnya komputer digital berkecepatan tinggi.

Pada tahun 1954 *Argyris* dan *Kelsey* mengembangkan metode analisis struktur matriks dengan menggunakan prinsip energi. Perkembangan ini menggambarkan peran penting yang akan dimainkan prinsip energi dalam metode elemen hingga.

Perlakuan pertama elemen dua dimensi oleh *Turner et al* pada tahun 1956. Mereka menurunkan matriks kekakuan untuk elemen rangka, elemen balok, dan elemen segitiga dan persegi panjang dua dimensi dalam tegangan bidang dan menguraikan prosedurnya. (Dairy I.logan, 2007)

Metode numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk memformulasikan masalah matematis agar mereka dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan. Walaupun terdapat berbagai ragam metode numerik, tetapi ada satu kesamaan ciri. Semua metode numerik, tanpa terkecuali mencakup sejumlah besar perhitungan yang menjemukan. Tidak mengherankan bahwa dengan perkembangan komputer digital yang cepat dan berdayaguna, peranan metode numerik dalam pemecahan masalah rekayasa telah meningkat secara dramatis dalam bertahun-tahun belakangan ini.

Metode numerik menggabungkan dua alat terpenting dalam panggung teknik, yaitu matematika dan komputer. Sebenarnya, metode numerik secara longgar dapat dijabarkan sebagai matematika komputer. Keterampilan memprogram komputer akan memperkaya studi tentang metode numerik.

Ada beberapa alasan mengapa harus mempelajari metode numerik, yaitu :

1. Metode numerik merupakan alat pemecahan masalah yang sangat ampuh. Metode numerik mampu menangani sistem persamaan besar, ketaklinearan dan geometri yang rumit yang lazim dalam praktek rekayasa dan yang seringkali tidak mungkin dipecahkan secara analitis. Dengan demikian, metode numerik sangat mempertinggi keterampilan dalam memecahkan masalah.

2. Jika telah terbiasa dengan metode numerik dan mahir dalam pemrograman komputer maka akan mampu merancang program sendiri untuk memecahkan masalahnya tanpa harus membeli perangkat lunak yang mahal.
3. Metode numerik adalah sarana yang efisien untuk mempelajari pemakaian komputer pribadi.
4. Metode numerik menyediakan suatu sarana bagi anda untuk memperkuat pengertian matematika, karena salah satu kegunaan metode numerik adalah menyederhanakan matematika yang lebih tinggi menjadi operasi-operasi matematika yang mendasar, metode-metode numerik langsung menangani seluk-beluk beberapa topik lain yang sebelumnya kurang jelas. Dari perspektif alternatif ini dapat dihasilkan pengertian dan wawasan yang lebih sempurna.

a. Pengertian Analisa Numerik

Metode Analisis Numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk memformulasi kan masalah matematis agar dapat diselesaikan dengan operasi perhitungan. Kemampuan untuk dapat menghitung sisi segitiga (dan berarti mampu menghitung akar kuadrat) sangatlah penting, misalnya, dalam pertukangan kayu dan konstruksi.

Sebelum komputer digunakan untuk penyelesaian komputasi, dilakukan dengan berbagai metode yang memiliki kendala-kendala. Metode yang digunakan antara lain:

1. Metode Analitik, Solusi ini sangat berguna namun terbatas pada masalah sederhana. Sedangkan Masalah real yang kompleks dan non linier tidak dapat diselesaikan.
2. Metode Grafik, metode ini digunakan Sebagai pendekatan penyelesaian yang kompleks. Kendalanya bahwa metode ini Tidak akurat, sangat lama, dan banyak membutuhkan waktu.
3. Kalkulator dan Slide Rules, Penyelesaian numerik secara manual. Cara ini cukup lama dan mungkin bisa terjadi kesalahan pemasukan data.

Penggunaan metode numerik diharapkan dapat mengatasi berbagai kelemahan-kelemahan metode yang ada sebelumnya. Dapat dipahami pula bahwa pada umumnya permasalahan dalam sains dan teknologi digambarkan dalam persamaan matematika. Persamaan ini sulit diselesaikan dengan model analitik sehingga diperlukan penyelesaian pendekatan numerik. Dengan metode numerik, manusia terbebas dari hitung menghitung manual yang membosankan .

Sehingga waktu dapat lebih banyak digunakan untuk tujuan yang lebih kreatif, seperti penekanan pada formulasi problem atau interpretasi solusi dan tidak terjebak dalam rutinitas hitung menghitung.

Analisis numerik secara alami diterapkan di semua bidang rekayasa dan ilmu-ilmu fisis, namun pada abad ke-21, ilmu-ilmu hayati dan seni mulai mengadopsi unsur-unsur komputasi ilmiah. Persamaan diferensial biasa muncul dalam pergerakan benda langit (planet, bintang dan galaksi. Optimisasi muncul dalam pengelolaan portofolio. Aljabar linear numerik sangat penting dalam psikologi kuantitatif. Persamaan diferensial stokastik dan rantai Markov penting dalam mensimulasikan sel hidup dalam kedokteran dan biologi

Sebelum munculnya komputer modern metode numerik kerap kali tergantung pada interpolasi menggunakan pada tabel besar yang dicetak. Sejak pertengahan abad ke-20, sebagai gantinya, komputer menghitung fungsi yang diperlukan. Namun algoritma interpolasi mungkin masih digunakan sebagai bagian dari peranti lunak untuk memecahkan persamaan diferensial.

Metode analitik disebut juga metode sejati karena memberikan solusi sejati (*Exact solution*) atau solusi yang sesungguhnya, yaitu solusi yang memiliki galat (*Error*) sama dengan nol! Sayangnya, metode analitik hanya unggul untuk sejumlah persoalan yang terbatas, yaitu persoalan yang memiliki tafsiran geometri sederhana serta bermatra rendah. Padahal persoalan yang muncul dalam dunia nyata seringkali nirlanjar serta melibatkan bentuk dan proses yang rumit. Akibatnya nilai praktis penyelesaian metode analitik menjadi terbatas.

Bila metode analitik tidak dapat lagi diterapkan, maka solusi persoalan sebenarnya masih dapat dicari dengan menggunakan metode numerik. Metode

numerik adalah teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematik sehingga dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan/aritmetika biasa (tambah, kurang, kali, dan bagi). Metode artinya cara, sedangkan numerik artinya angka. Jadi metode numerik secara harafiah berarti cara berhitung dengan menggunakan angka-angka.

Perbedaan utama antara metode numerik dengan metode analitik terletak pada dua hal. Pertama, solusi dengan menggunakan metode numerik selalu berbentuk angka. Bandingkan dengan metode analitik yang biasanya menghasilkan solusi dalam bentuk fungsi matematik yang selanjutnya fungsi matematik tersebut dapat dievaluasi untuk menghasilkan nilai dalam bentuk angka.

Kedua, dengan metode numerik, kita hanya memperoleh solusi yang menghampiri atau mendekati solusi sejati sehingga solusi numerik dinamakan juga solusi hampiran (*Approxomation*) atau solusi pendekatan, namun solusi hampiran dapat dibuat seteliti yang kita inginkan. Solusi hampiran jelas tidak tepat sama dengan solusi sejati, sehingga ada selisih antara keduanya.

Metode elemen hingga dapat digunakan untuk menganalisis struktural dan nonstructural, masalah area struktural khas meliputi :

1. Analisis tegangan, termasuk analisis rangka dan rangka, dan tegangan masalah konsentrasi biasanya terkait dengan lubang, fillet, atau lainnya perubahan geometri dalam tubuh
2. Tekuk
3. Analisis getaran

Masalah area nonstructural khas meliputi :

1. Perpindahan panas
2. Aliran fluida, termasuk rembesan melalui media berpori
3. Distribusi potensial listrik atau magnet

Akhirnya, beberapa masalah rekayasa biomekanik (yang mungkin termasuk stress analisis) biasanya mencakup analisis tulang belakang manusia, tengkorak,

sendi pinggul, rahang / gigi gusi implan, jantung, dan mata. Kami sekarang menyajikan beberapa aplikasi tipikal dari metode elemen hingga, ini aplikasi akan menggambarkan variasi, ukuran, dan kompleksitas masalah yang dapat ditimbulkan diselesaikan menggunakan metode dan proses diskritisasi khas serta jenis elemen yang digunakan.

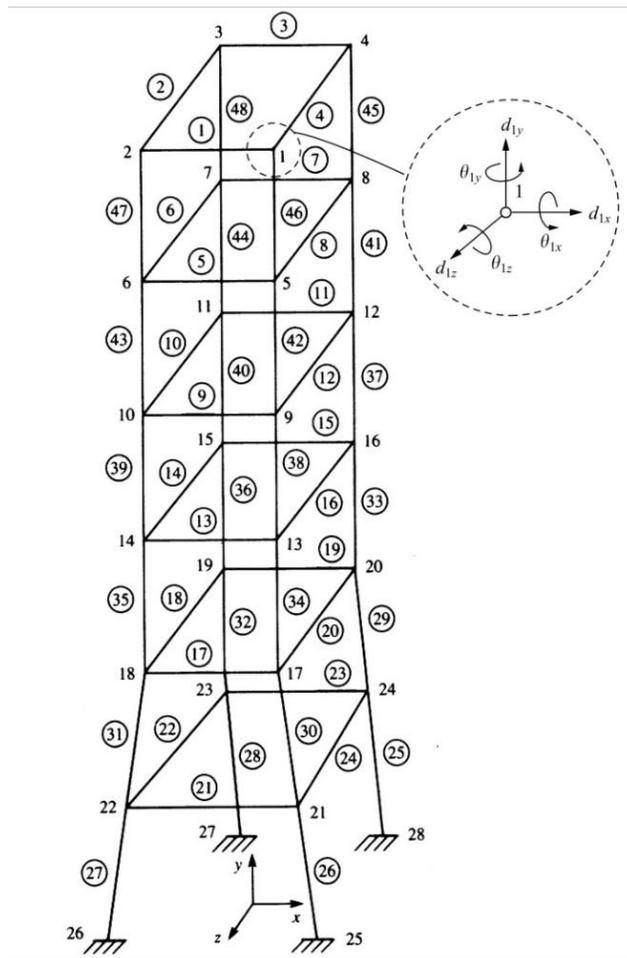
Gambar 2.6 pada angka 1–2 mengilustrasikan menara kontrol untuk rel kereta api. Menara adalah kerangka tiga dimensi yang terdiri dari serangkaian elemen tipe balok. 48 elemen tersebut adalah diberi label dengan angka yang dilingkari, sedangkan 28 node ditunjukkan dengan tidak dilingkari nomor. Setiap node memiliki tiga rotasi dan tiga komponen perpindahan yang terkait dengan itu. Rotasi (θ) dan perpindahan (d) disebut derajat kebebasan.

Karena kondisi pembebanan yang dikenakan pada struktur menara, kami memilikinya menggunakan model tiga dimensi. Metode elemen hingga yang digunakan untuk bingkai ini memungkinkan perancang / analis cepat untuk mendapatkan perpindahan dan tegangan di menara untuk kasus beban tipikal, seperti dibutuhkan oleh kode desain. Sebelum pengembangan metode elemen hingga dan komputer, bahkan masalah yang relatif sederhana ini membutuhkan waktu berjam-jam untuk dipecahkan.

Ilustrasi selanjutnya dari penerapan metode elemen hingga pada soal pemecahannya adalah penentuan perpindahan dan tekanan di gorong-gorong kotak bawah tanah yang terkena beban kejut tanah dari ledakan bom. Gambar 2.6 pada angka 1–3 menunjukkan model diskritisasi, yang mencakup total 369 node, 40 batang satu dimensi atau elemen rangka baja digunakan untuk model tulangan pada box culvert, dan 333 bidang regangan dua dimensi segitiga dan persegi panjang elemen yang digunakan untuk memodelkan gorong-gorong kotak tanah dan beton di sekitarnya. Dengan asumsi simetri saja setengah dari gorong-gorong kotak perlu dianalisa. Masalah ini hampir membutuhkan solusi 700 perpindahan nodal yang tidak diketahui. Ini menggambarkan bahwa berbagai jenis elemen (di sini bar dan regangan bidang) seringkali dapat digunakan dalam satu model elemen hingga.

Masalah lain, yaitu ujung batang silinder hidrolik yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 pada angka 1–4, dimodelkan dengan 120 node dan 297 elemen segitiga regangan bidang. Simetri dulu juga diterapkan pada seluruh ujung batang sehingga hanya setengah dari ujung batang yang harus dianalisis.

Gambar di bawah juga dapat menjelaskan dari hasil analisis yang akan kita lakukan sehingga kita dapat menganalisisnya dengan mudah dengan adanya bantuan gambar yang sudah ada atau yang sudah di desain, sehingga pengerjaannya lebih cepat dan sesuai dengan target yang diinginkan.



Gambar 2.6. Menara kendali rel kereta api (Dairy l.logan, 2007).

28 node, 48 elemen balok dengan derajat kebebasan khas yang ditunjukkan pada node 1 misalnya, seperti yang di tunjukkan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menemukan area dengan konsentrasi tegangan tinggi di ujung batang.

Analisis Grid terdiri dari dua elemen, ditetapkan pada node 1 dan 3, dan dikenakan beban vertikal ke bawah sebesar 22 kN. Sumbu koordinat global dan panjang elemen ditunjukkan pada gambar. Misalkan $E = 210 \text{ GPa}$, $G = 84 \text{ GPa}$, $I = 16: 6105 \text{ m}^4$, dan $J = 4: 6105 \text{ m}^4$. Kita menggunakan syarat batas dan hanya menyatakan sebagian matriks kekakuan yang terkait dengan derajat kebebasan pada node 2. Batas kondisi pada node 1 dan 3 adalah matriks kekakuan global untuk setiap elemen (Dairy l.logan, 2007).

b. Prinsip-Prinsip Metode Numerik

1. Digunakan jika metode analitik tidak dapat digunakan lagi
2. Metode Numerik merupakan pendekatan untuk mendapatkan pemecahan masalah yang dapat dipertanggung jawabkan secara analitik
3. Pendekatannya merupakan analisis matematis
4. Metode Numerik terdiri atas algoritma-algoritma yang dapat dihitung secara cepat dan mudah
5. Karena berasal dari alogaritma pendekatan, maka Metode Numerik ini akan memakai iterasi (pengulangan).

c. Pemakaian Metode Numerik

Pemakaian Metode Numerik biasanya dilakukan untuk menyelesaikan persoalan matematis yang penyelesaiannya sulit didapatkan dengan menggunakan metode analitik, yaitu :

1. Menyelesaikan persamaan non linier
2. Menyelesaikan persamaan simultan
3. Menyelesaikan differensial dan integral
4. Interpolasi dan Regresi
5. Menyelesaikan persamaan differensial
6. Masalah multi variable untuk menentukan nilai optimal yang tak bersyarat

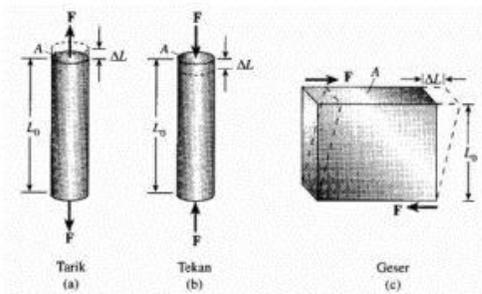
2.5. stress, strain, displacement

1. Tegangan (*stress*)

Tegangan (*stress*) adalah gaya yang bekerja pada permukaan seluas satu satuan. Tegangan merupakan besaran skalar yang memiliki satuan $N.m^{-2}$ atau Pascal (Pa). Tegangan pada sebuah benda menyebabkan benda itu mengalami perubahan bentuk.

Jenis tegangan (*stress*)

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{\text{gaya}}{\text{luas permukaan}} = \frac{f}{a}$$



Gambar 2.7. Jenis Tegangan (*Stress*) Pada Benda Padat (Fisikazone, 2015)

Ada tiga jenis tegangan, yaitu tegangan tarik yang menyebabkan pertambahan panjang (Gambar 2.7.a), tegangan tekan yang menyebabkan pengurangan atau penyusutan panjang (Gambar 2.7.b), dan tegangan geser yang menyebabkan perubahan bentuk (Gambar 2.7.c).

2. Regangan (*strain*)

Regangan (*strain*) adalah pertambahan panjang suatu benda yang disebabkan oleh dua gaya yang sama besar dengan arah berlawanan dan menjauhi ujung benda.

Regangan (strain) didefinisikan sebagai perbandingan antara penambahan panjang benda ΔX terhadap panjang mula-mula X . Regangan dirumuskan sebagai berikut.

$$\varepsilon = \frac{\Delta y}{A}$$

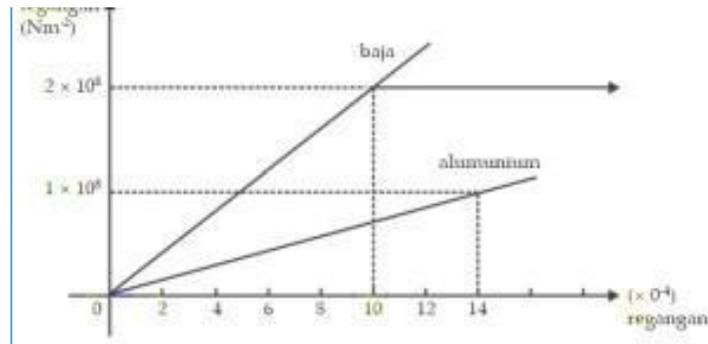
Keterangan:

ε : regangan strain (tanpa satuan)

ΔX : penambahan panjang (m)

X : panjang mula-mula (m)

Makin besar tegangan pada sebuah benda, makin besar juga regangannya. Artinya, ΔX juga makin besar. Berdasarkan berbagai percobaan di laboratorium, diperoleh hubungan antara tegangan dan regangan untuk baja dan aluminium seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 2.8. Grafik perbandingan tegangan terhadap regangan untuk baja dan aluminium (Fisikazone, 2015)

Berdasarkan grafik pada gambar diatas, untuk tegangan yang sama, misalnya $1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, regangan pada aluminium sudah mencapai 0,0014, sedangkan pada baja baru berkisar pada 0,00045. Jadi, baja lebih kuat dari aluminium. Itulah sebabnya baja banyak digunakan sebagai kerangka (otot) bangunan-bangunan besar seperti jembatan, gedung bertingkat, dan jalan layang.

Perpanjangan maksimum dicapai pada titik patah (titik pulus). Gaya maksimum yang dapat diberikan tanpa benda itu patah disebut sebagai kekuatan maksimum dari materi/benda itu. Gambar 2.9 menunjukkan daftar kekuatan tarik, kekuatan tekan, dan kekuatan geser maksimum untuk berbagai materi (hisham, 2020).

Bahan	Kekuatan Tarik (N/m^2)	Kekuatan Tekan (N/m^2)	Kekuatan Geser (N/m^2)
Besi gips	170×10^6	550×10^6	170×10^6
Baja	500×10^6	500×10^6	250×10^6
Kuningan	250×10^6	250×10^6	200×10^6
Aluminium	200×10^6	200×10^6	200×10^6
Beton	2×10^6	20×10^6	2×10^6
Batu bata		35×10^6	
Marmer		80×10^6	
Granit		170×10^6	
Kayu (pinus)			
(Sejajar dengan urat kayu)	40×10^6	35×10^6	5×10^6
(tegak lurus terhadap urat kayu)		10×10^6	
Nilon	500×10^6		
Tulang (Tungkai)	130×10^6	170×10^6	

Gambar 2.9. Tabel kekuatan maksimum bahan (gaya/luas)
(Fisikazone, 2015)

3. Modulus elastisitas (defleksi)

Selama gaya F yang bekerja pada benda elastis tidak melampaui batas elastisitasnya, maka perbandingan antara tegangan (σ) dengan regangan (ϵ) adalah konstan. Bilangan (konstanta) tersebut dinamakan modulus elastis atau modulus Young (E). Jadi, modulus elastis atau modulus Young merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami oleh suatu benda. Secara matematis ditulis seperti berikut (Fisikazone, 2015).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F}{\frac{A}{\frac{\Delta x}{X}}} = \frac{FX}{A\Delta X}$$

Keterangan:

E : Modulus Young (N/m² atau Pascall)

Nilai Modulus Young untuk beberapa jenis bahan ditunjukkan pada tabel berikut.

Bahan	Modulus Young (Pa)
Aluminium	7 x 10 ¹⁰
Baja	20 x 10 ¹⁰
Besi	21 x 10 ¹⁰
Karet	0,05 x 10 ¹⁰
Kuningan	9 x 10 ¹⁰
Nikel	21 x 10 ¹⁰
Tembaga	11 x 10 ¹⁰
Timah	1,6 x 10 ¹⁰
Beton	2,3 x 10 ¹⁰
Kaca	5,5 x 10 ¹⁰
Wolfram	41 x 10 ¹⁰

Gambar 2.10. Tabel Modulus Young Beberapa Jenis Bahan (Fisikazone, 2015)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pemimbing.

Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)												
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	Pengajuan Judul	■												
2.	Penyediaan Alat		■	■										
3.	Studi Literatur			■	■									
4.	Mendesain Rangka Lift menggunakan <i>SolidWorks</i>				■	■	■							
5.	Menganalisa Kekuatan Rangka Lift Menggunakan <i>Solidworks</i>					■	■	■	■					
6.	Penyelesaian Skripsi											■		

3.2. Alat

3.2.1. Alat

1. Komputer dengan spesifikasi
 - a. Processor Intel (R) Xeon (R) CPU E3-1246 v3 @3.50Ghz.
 - b. Memori 8 GB.

c. Sistem operasi Windows 7 64-bit.

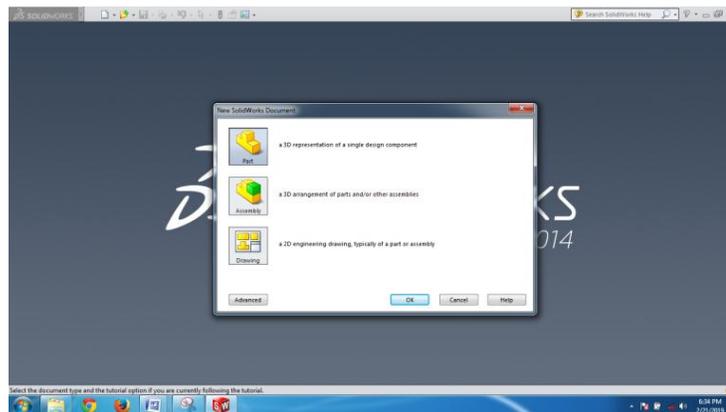


Gambar 3.1. Komputer Fakultas Teknik

komputer ini digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan rangka lift

2. *Software SolidWorks*

Program *SolidWorks* merupakan program komputer yang berfungsi untuk melakukan desain dan analisa. Program tersebut dapat membantu kita dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, waktu warket dari benda pun dapat dipercepat. *SolidWorks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga.

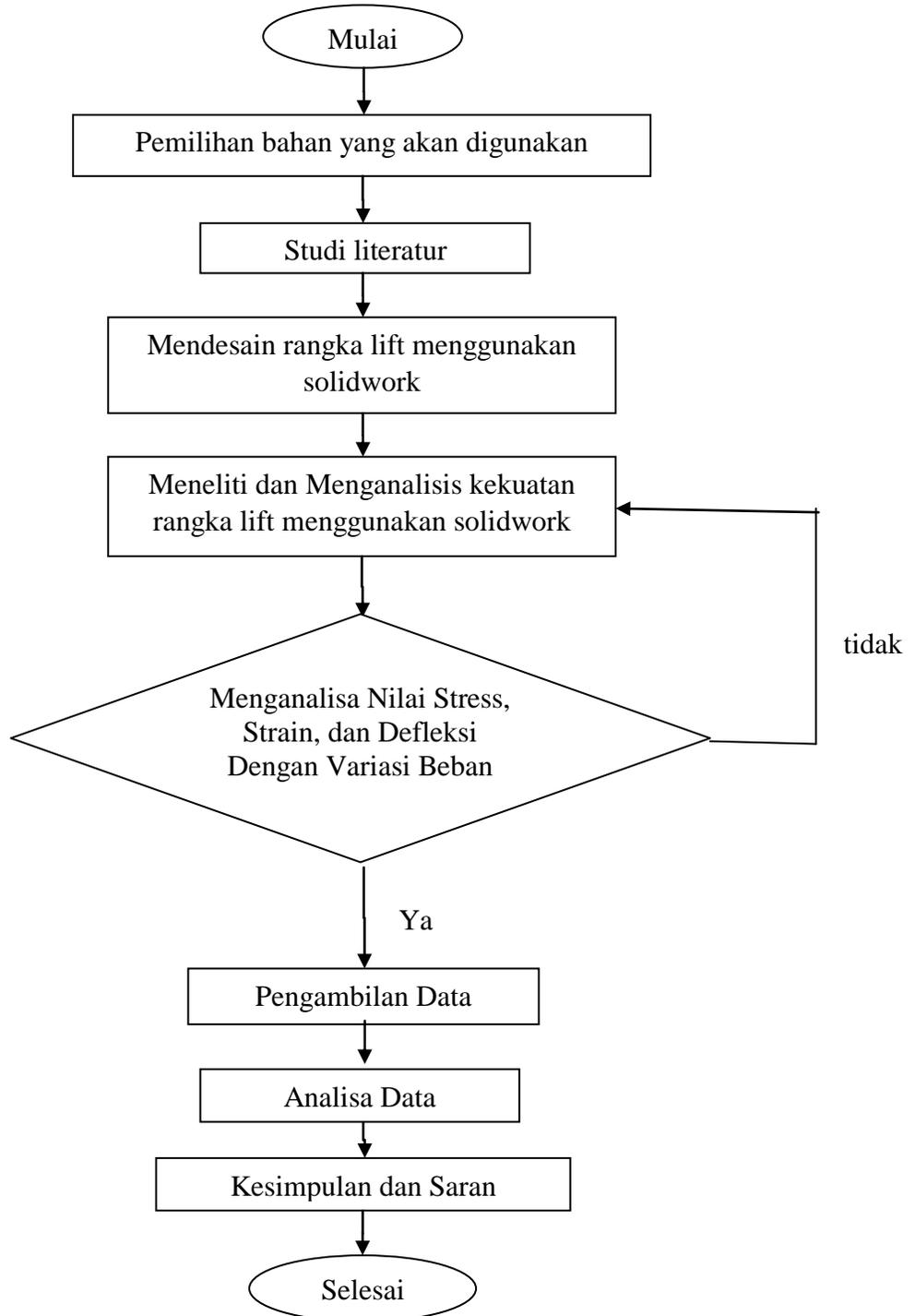


Gambar 3.2. Perangkat Lunak *SolidWorks*

Aplikasi software solidwork yang akan di gunakan untuk melakukan pengujian

3.3. Bagan alir penelitian

Untuk mempermudah melihat struktur laporan skripsi.

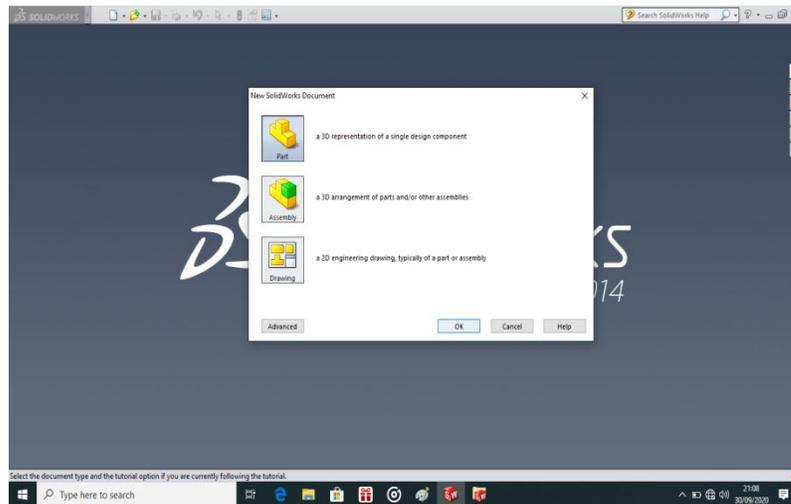


Gambar 3.3. Diagram Alir

3.4. Perancangan Model dengan *Software SolidWorks*

Berikut ini adalah langkah-langkah mendesain rangka lift dengan menggunakan *Software SolidWorks*.

1. Nyalakan komputer yang akan digunakan untuk mendesain rangka lift
2. Buka *Software Solidworks* pada komputer.
3. Pilih “*New Document*” pada sudut kanan atas tampilan *Software SolidWorks*, kemudian pilih “*part*” dan pilih “*OK*”.

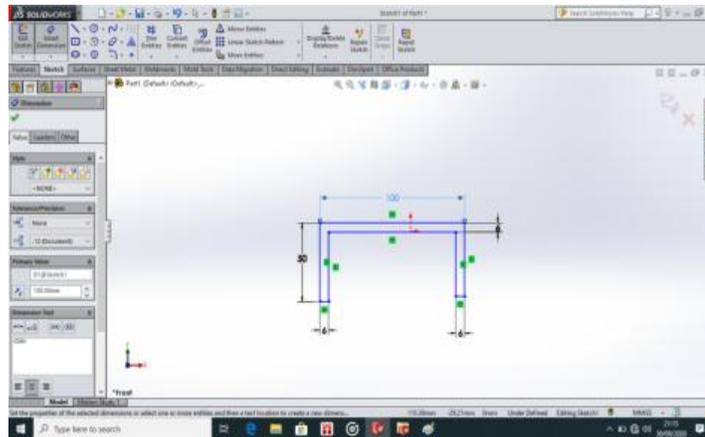


Gambar 3.4. Tampilan Awal *SolidWorks*

4. Membuat komponen rangka lift dengan bentuk profil U.
 - a. Desain rangka-rangka besi UNP dengan ukuran 50 x 100 x 6mm.

Tabel 3.2. Rangka besi lift

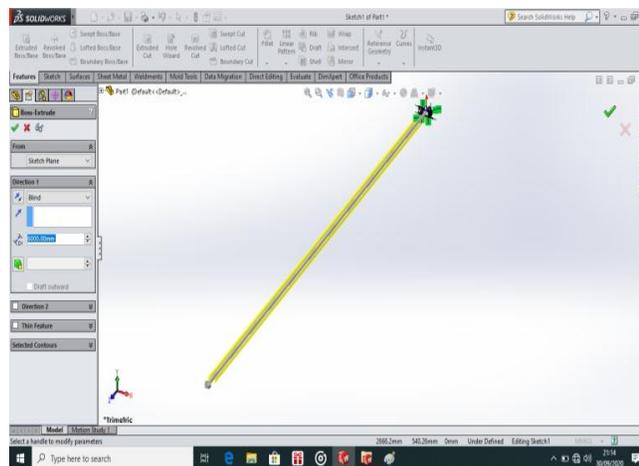
Besi	Jumlah	Panjang
Besi unp 10	4 batang	6000 mm
Besi unp 10	4 batang	1300 mm



Gambar 3.5. *Sketch* Rangka Profil U

Sketsa komponen rangka lift yang di buat sesuai dengan ukuran dan bentuk nya.

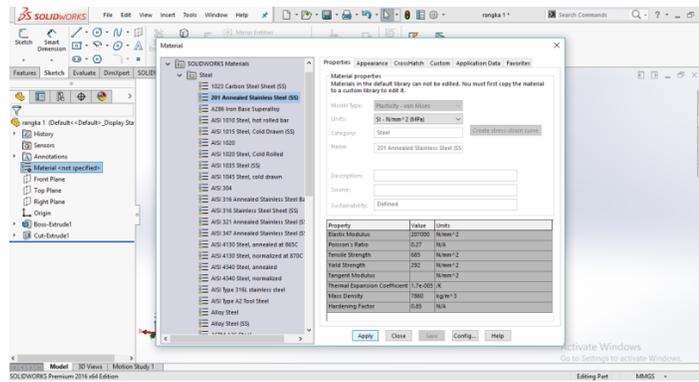
5. Setelah desain ukuran telah dibuat pilih *features* lalu pilih *extrude boss/base* dengan memasukkan nilai masing-masing 6000mm, dan 1300 mm sebagai nilai panjang .



Gambar 3.6. *ExtrudeBoss/baseSketch*

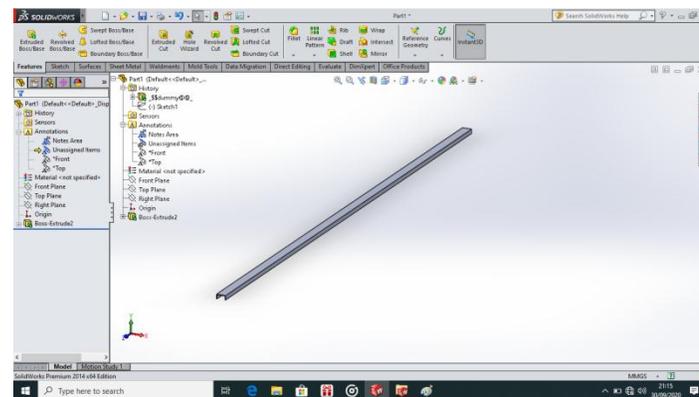
Komponen rangka lift yang sudah di buat sesuai dengan ukuran dan bentuk nya.

6. Melakukan pengeditan bahan material pada komponen rangka lift profil U menjadi bahan material 201 *annealed stainless stell*.



Gambar 3.7. Edit Material Desain

Langkah pengeditan atau pemilihan bahan material sesuai dengan aslinya pada bahan besi unip 10 dengan ukuran 50 x 100 x 6mm.



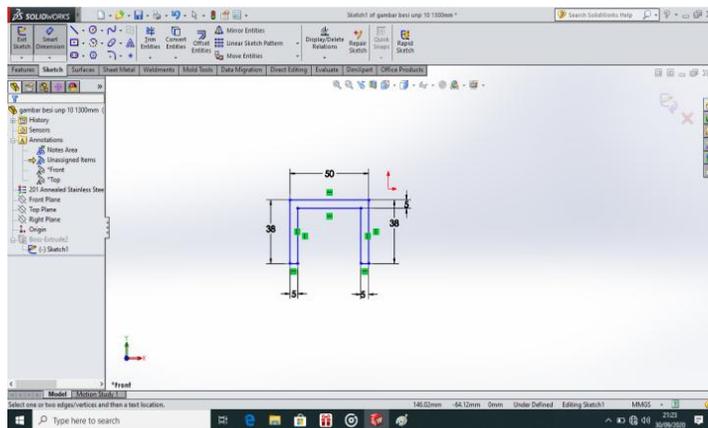
Gambar 3.8. Desain Rangka Profil U yang telah di edit

Besi unip yang telah di buat dengan bentuk dan ukuran yang sama dengan aslinya.

b. Desain rangka-rangka besi UNP dengan ukuran 50 x 38 x 5mm.

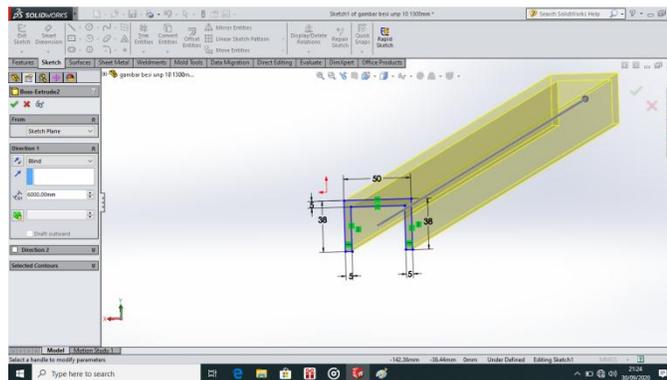
Tabel 3.3. Rangka besi lift

Besi	Jumlah	Panjang
Besi unip 5	2 batang	6000 mm
Besi unip 5	12 batang	1200 mm



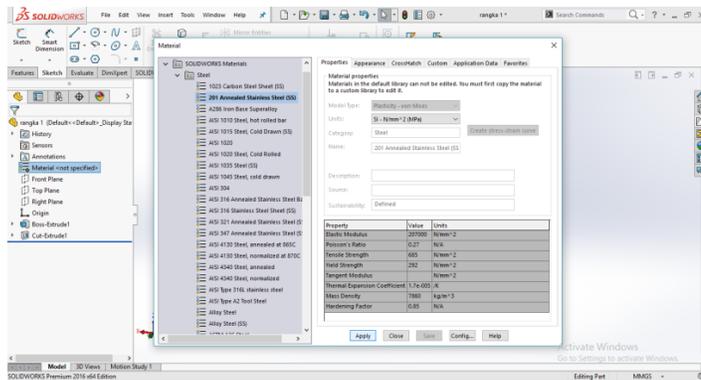
Gambar 3.9. *SketchRangka Profil U*

Setelah desain ukuran telah dibuat pilih *features* lalu pilih *extrude boss/base* dengan memasukkan nilai masing-masing 6000mm, dan 1200 mm sebagai nilai panjang.



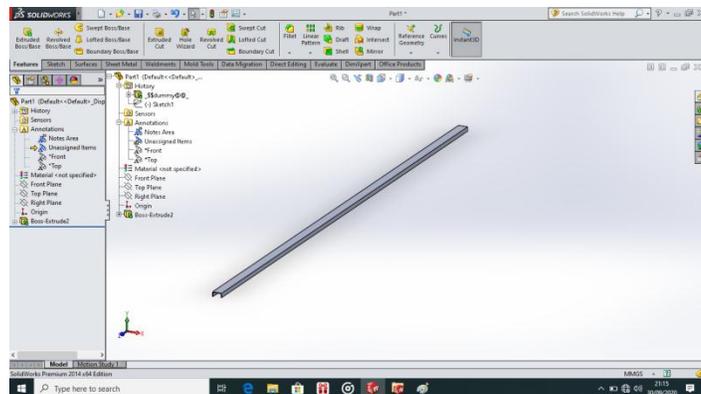
Gambar 3.10. *ExtrudeBoss/baseSketch*

Melakukan pengeditan bahan material pada komponen rangka lift profil U menjadi bahan material 201 *annealed stainless steel*.



Gambar 3.11. *Edit Material* Desain

Langkah pengeditan atau pemilihan bahan material sesuai dengan aslinya pada bahan besi unip 5 dengan ukuran 50 x 38 x 5mm.

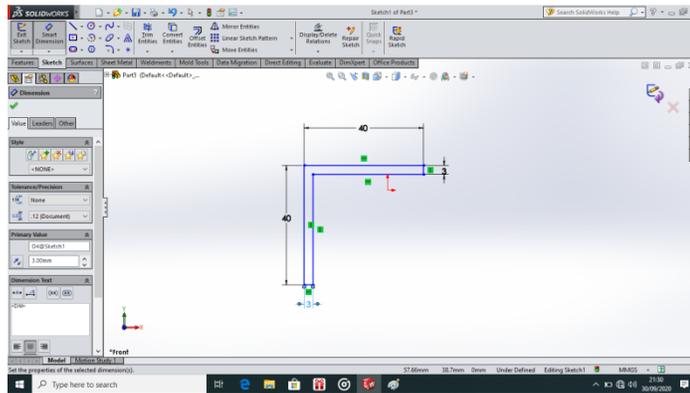


Gambar 3.12. Desain Rangka Profil U yang telah di edit.

Besi unip yang telah di buat dengan bentuk dan ukuran yang sama dengan aslinya.

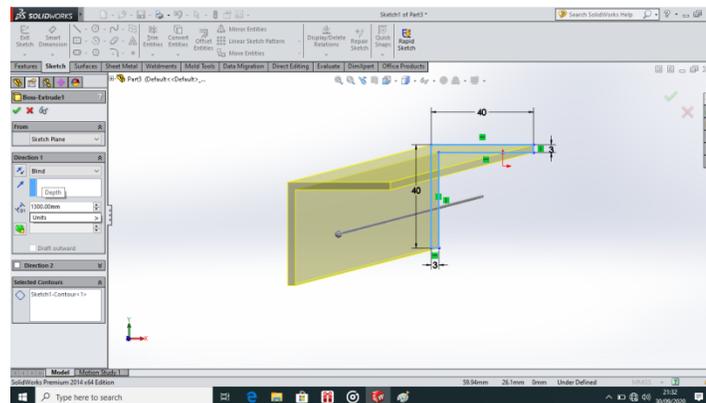
c. Desain rangka-rangka besi siku dengan ukuran 40 x 40 x 3mm

Besi	Jumlah	Panjang
Besi siku 40	9 batang	1300 mm



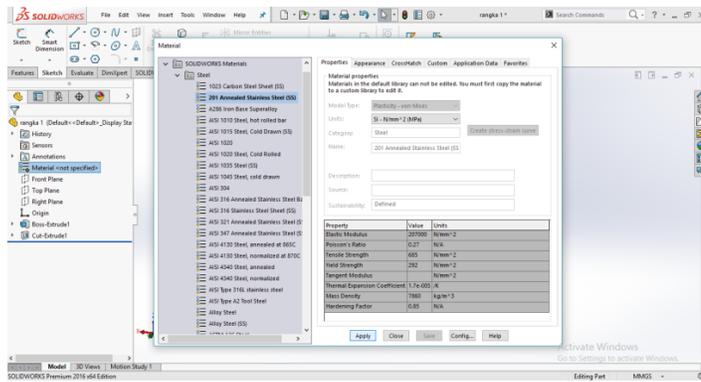
Gambar 3.13. *SketchRangka Profil L*

Setelah desain ukuran telah dibuat pilih *features* lalu pilih *extrude boss/base* dengan memasukkan nilai masing-masing 1300 mm sebagai nilai panjang.



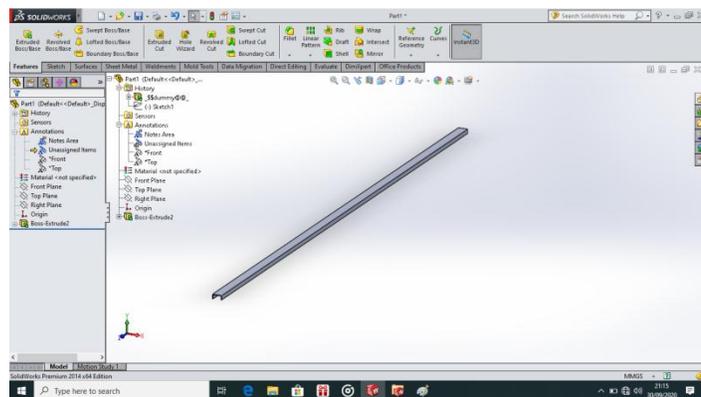
Gambar 3.14. *ExtrudeBoss/baseSketch*

Melakukan pengeditan bahan material pada komponen rangka lift profil L menjadi bahan material 201 *annealed stainless stell*.



Gambar 3.15. *Edit Material* Desain.

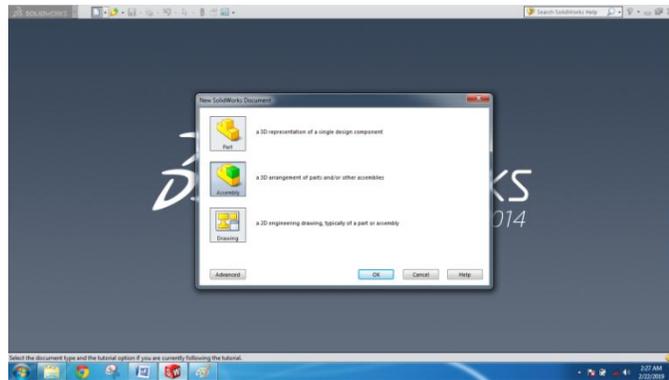
Langkah pengeditan atau pemilihan bahan material sesuai dengan aslinya pada bahan besi siku 40 dengan ukuran 40 x 40 x 3mm.



Gambar 3.16. Desain Rangka Profil L yang telah di edit.

Besi siku yang telah di buat dengan bentuk dan ukuran yang sama dengan aslinya.

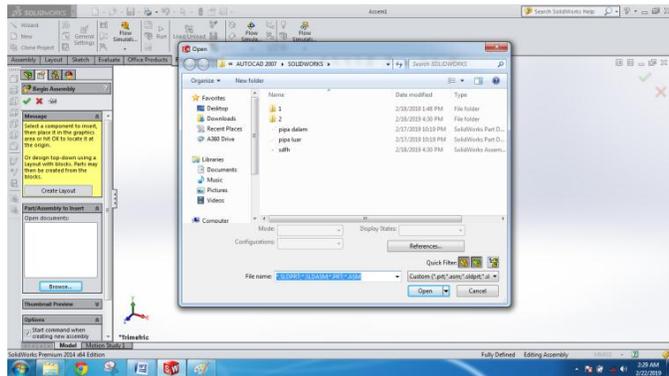
7. Menggabungkan komponen-komponen rangka lift yang telah dibuat sebelumnya dengan cara membuka lembar baru pilih *new* pilih *assembly* lalu *ok*.



Gambar 3.17. *Assembling*

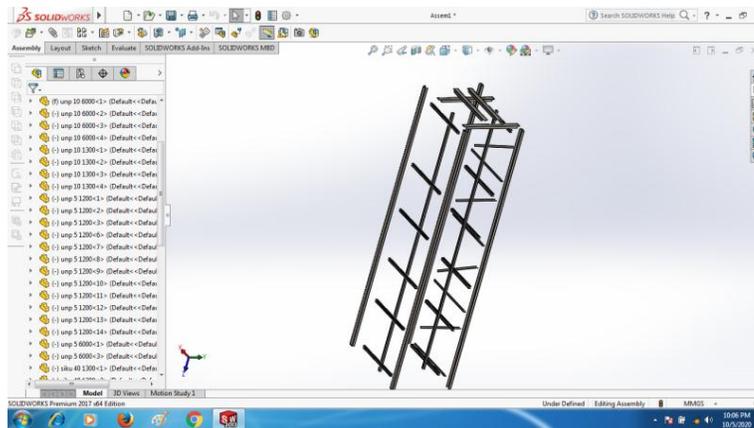
Langkah awal penyatuan bahan-bahan material yang sudah di buat dengan bentuk dan ukurannya.

9. Memilih objek untuk dirakit (*assembling*) dengan *carainsert component – browse – pilih objek yang telah dibuat – open*.



Gambar 3.18. Memilih *Part* untuk dirakit.

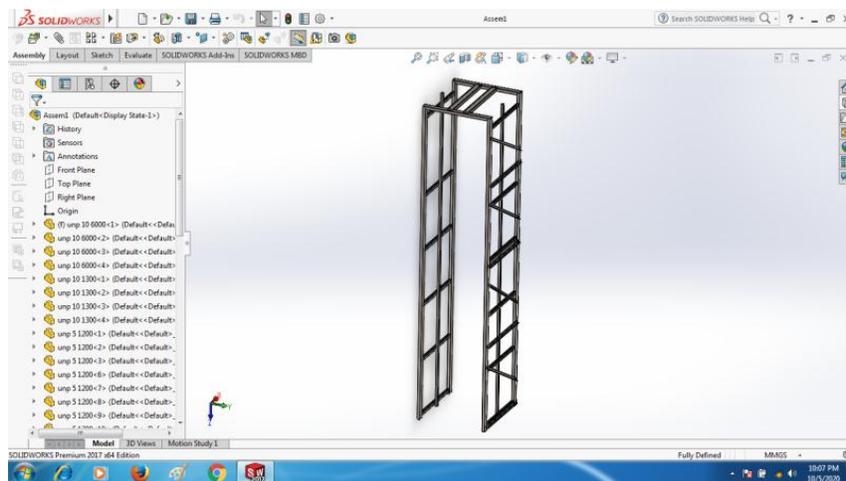
Lankah kedua penyatuan komponen-komponen rangka lift yang sudah dibuat dengan bentuk dan ukurannya.



Gambar 3.19. Part yang akan dirakit

Menata komponen-komponen rangka lift yang akan di satukan dengan posisi yang benar.

10. Menggabungkan objek yang akan dirakit melalui perintah *mate coincident* dan *mate width*, pilih rangka dengan rangka lainnya lalu atur mate yang diperlukan.

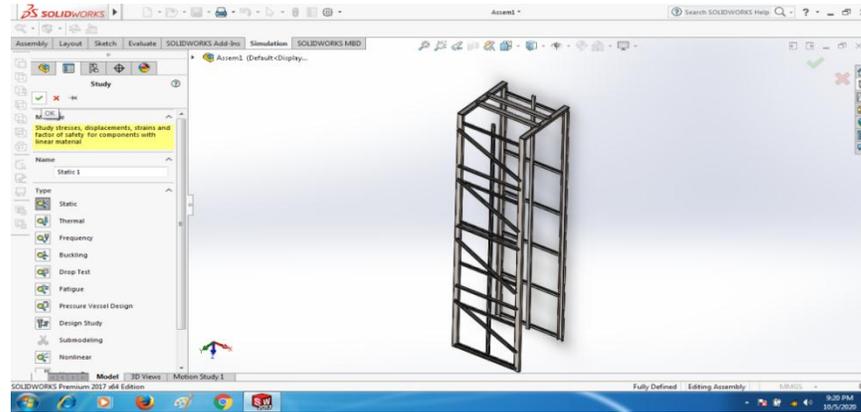


Gambar 3.20. Part yang sudah dirakit

Gambar komponen-komponen rangka lift yang sudah di satukan dan menjadi sebuah rangka lift seutuhnya.

3.5. Analisa Rangka Dasar dengan *Software SolidWorks*

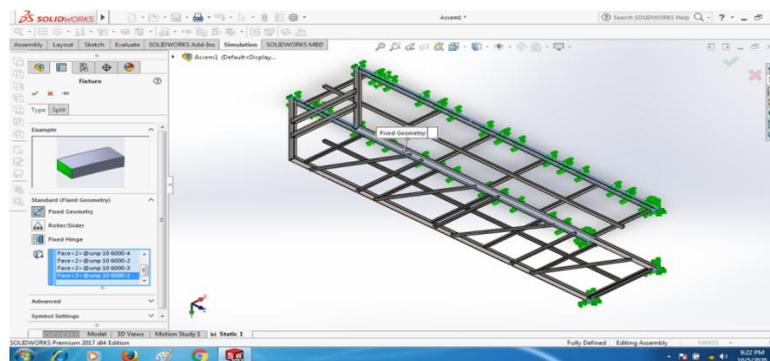
1. Pilih *icon Study Advisor* dan pilih *New Study*.
2. Pilih pengujian *type static* dan pilih ok.



Gambar 3.21. Rangka Dasar dengan analisa Statik

Gambar dasar rangka lift yang akan di lakukan pengujian dengan beban 500kg.

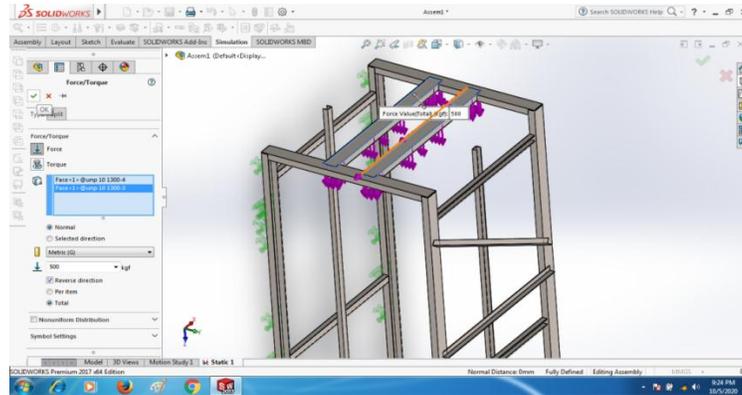
3. Pilih *icon Fixtures Advisor* dan pilih *Fixed Geometry*, pilih rangka bagian bawah lalu pilih ok.



Gambar 3.22. Pemilihan area *Fixed Geomtery*

Pemilihan area yang sudah di ikat mati dan di beri tanda panah berwarna hijau.

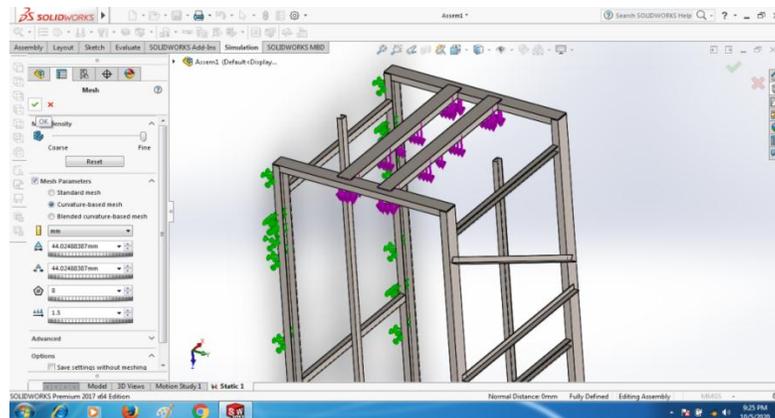
- Pilih icon *External Loads Advisor* dan pilih icon *Force*, pilih rangka bagian atas dan masukkan beban 500kg lalu pilih ok.



Gambar 3.23. Pemilihan area beban dan nilai beban.

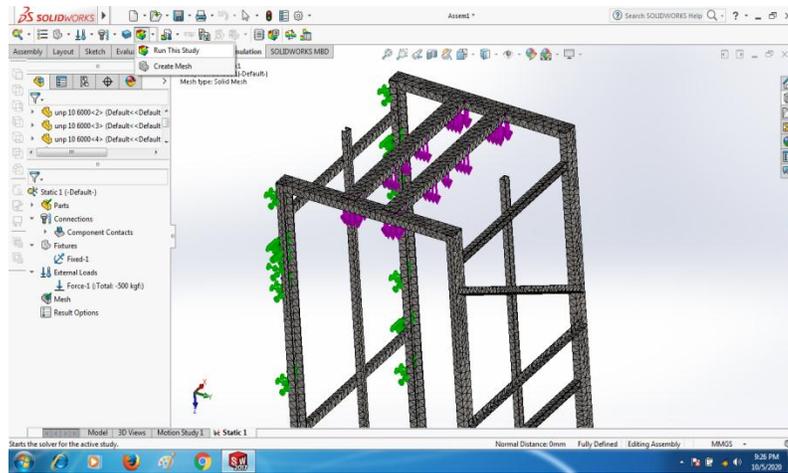
Pemberian beban pada rangka lift yang akan di lakukan pengujian dan di beri tanda panah berwarna ungu.

- Pilih icon *Mesh* pada bagian kiri, dan pilih *Create Mesh*. Pada *Mesh Density* arahkan *Mesh Factor* ke arah *Fine*. Centangkan *Mesh-Parameters* dan pilih *Curvature-based Mesh* lalu pilih ok.



Gambar 3.24. Pemilihan Mesh pada Rangka Dasar

6. Lalu Aplikasi akan memulai *Mesh Progress*



Gambar 3.25. Rangka Dasar yang telah di *Mesh*

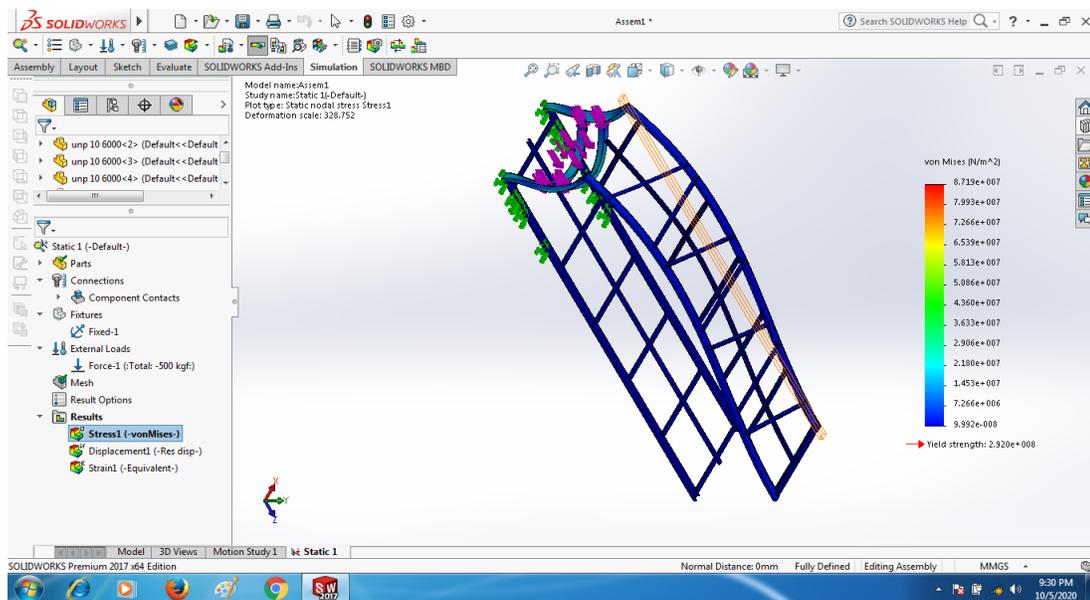
7. Pilih icon *Run This Study*.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa pada Rangka Dasar menggunakan solidwork

4.1.1 Analisa *Stress* pada gaya beban 500kg, 700kg dan 900kg

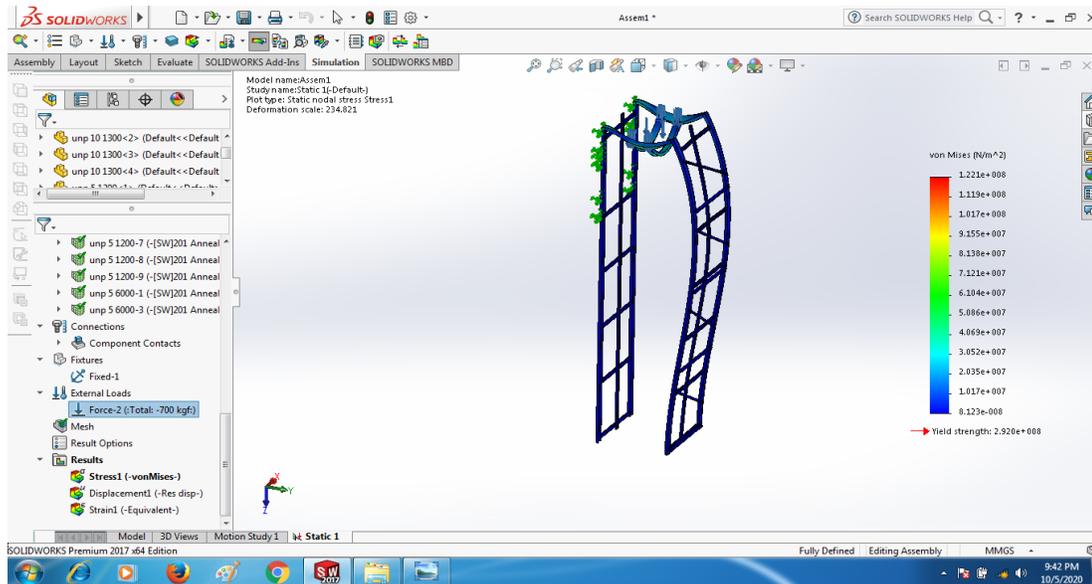
Hasil *stress* maksimum dan minimum terlihat pada Gambar 4.1. dimana angka *stress* maksimum pada bagian merah menunjukkan angka $8.719e+008 \text{ N/m}^2$, dan angka *yield strength* pada panah merah yaitu pada angka $2.920e+008 \text{ N/m}^2$.



Gambar 4.1. Hasil Analisa *Stress* pada gaya beban 500kg

Hasil pengujian pertama yang akan kita lakukan pada simulasi solidwork dari *stress* pada gaya beban 500kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 500kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

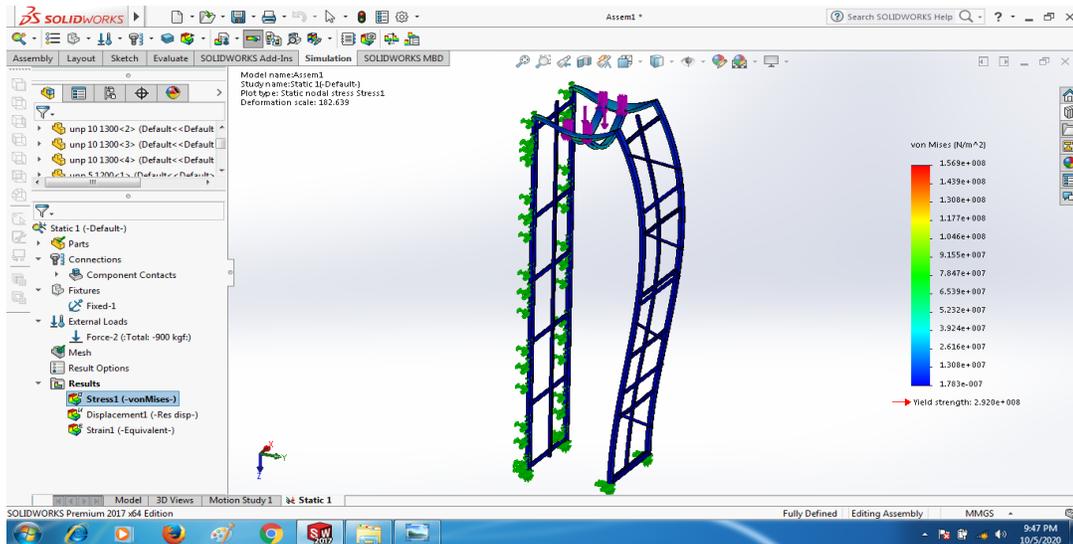
Hasil *stress* maksimum dan minimum terlihat pada Gambar 4.2. dimana angka *stress* maksimum pada bagian merah menunjukkan angka $1.221e+008 \text{ N/m}^{-2}$, dan angka *yield strength* pada panah merah yaitu pada angka $2.920e+008 \text{ N/m}^{-2}$.



Gambar 4.2. Hasil Analisa *Stress* pada gaya beban 700kg.

Hasil pengujian kedua yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *stress* pada gaya beban 700kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 700kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

Hasil *stress* maksimum dan minimum terlihat pada Gambar 4.3. dimana angka *stress* maksimum pada bagian merah menunjukkan angka $1.569\text{e}+008 \text{ N/m}^{-2}$, dan angka *yield strength* pada panah merah yaitu pada angka $2.920\text{e}+008 \text{ N/m}^{-2}$.

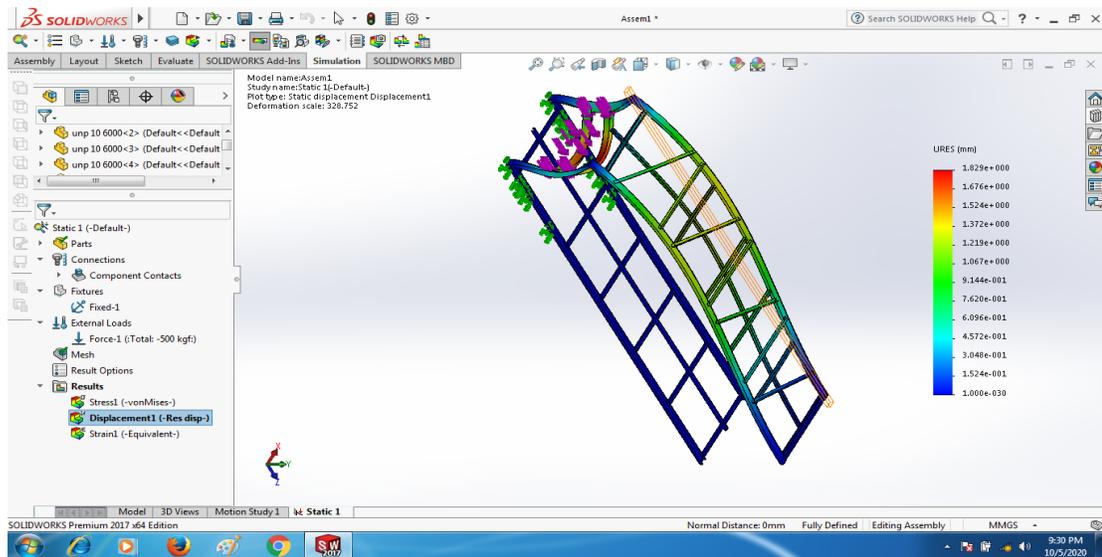


Gambar 4.3. Hasil Analisa *Stress* pada gaya beban 900kg.

Hasil pengujian ketiga yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *stress* pada gaya beban 900kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang di dekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 900kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

4.1.2. Analisa *diplecement* pada gaya beban 500kg, 700kg dan 900kg

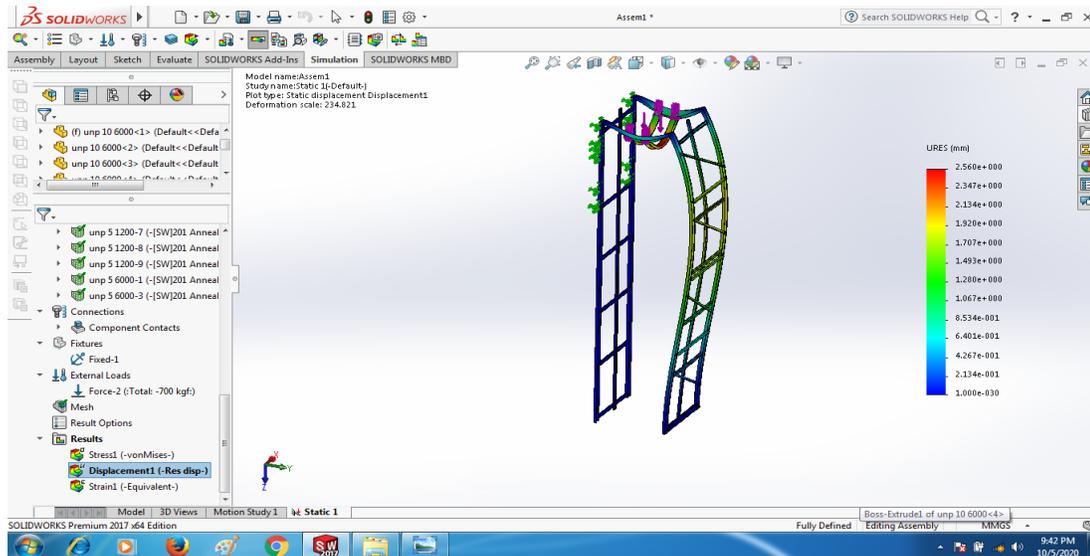
Hasil *displacement* maksimal dan minimal terlihat pada Gambar 4.4. Dimana angka *displacement* tertinggi ditunjukkan pada bagian yang bewarna merah yang menunjukkan angka $1.829e+000$ mm.



Gambar 4.4. Hasil Analisa *Displacement* pada gaya beban 500kg.

Hasil pengujian pertama yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *diplecement* pada gaya beban 500kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 500kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

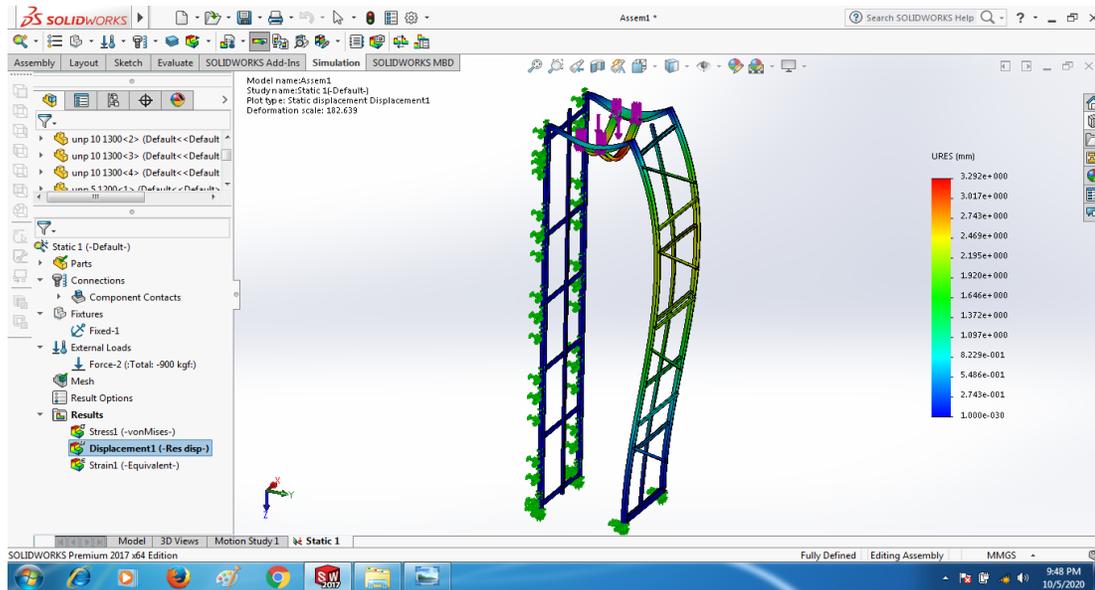
Hasil *displacement* maksimal dan minimal terlihat pada Gambar 4.5. Dimana angka *displacement* tertinggi ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah yang menunjukkan angka 2.560e+000 mm.



Gambar 4.5. Hasil Analisa *Displacement* pada gaya beban 700kg.

Hasil pengujian kedua yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *diplecement* pada gaya beban 700kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 700kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

Hasil *displacement* maksimal dan minimal terlihat pada Gambar 4.6. Dimana angka *displacement* tertinggi ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah yang menunjukkan angka $3.292e+000$ mm.

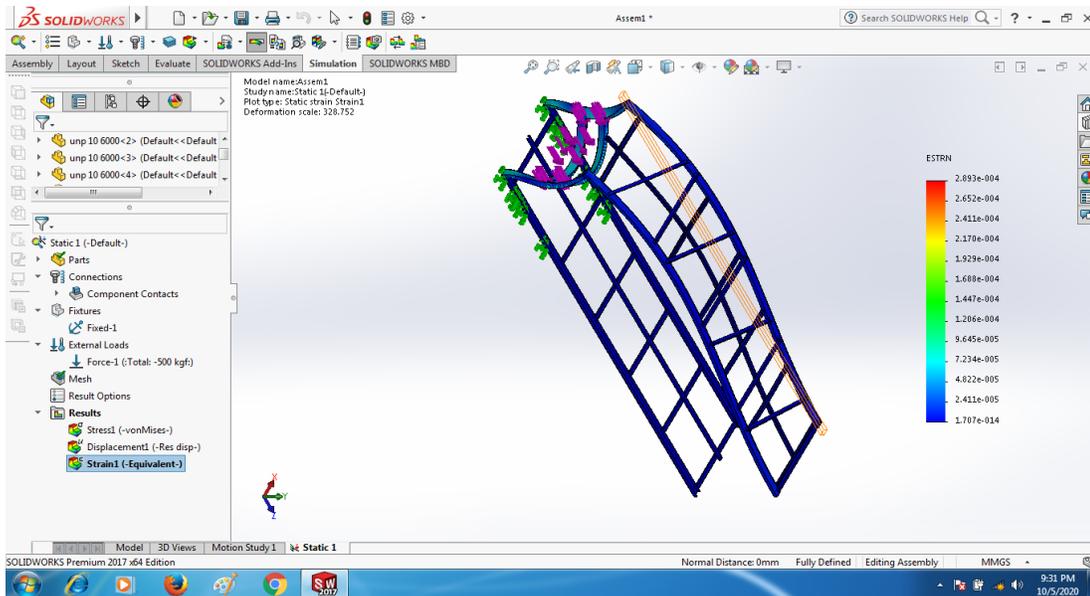


Gambar 4.6. Hasil Analisa *Displacement* pada gaya beban 900kg.

Hasil pengujian ketiga yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *diplecement* pada gaya beban 900kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 900kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

4.1.3. Analisa *Strain* pada gaya beban 500kg, 700kg dan 900kg

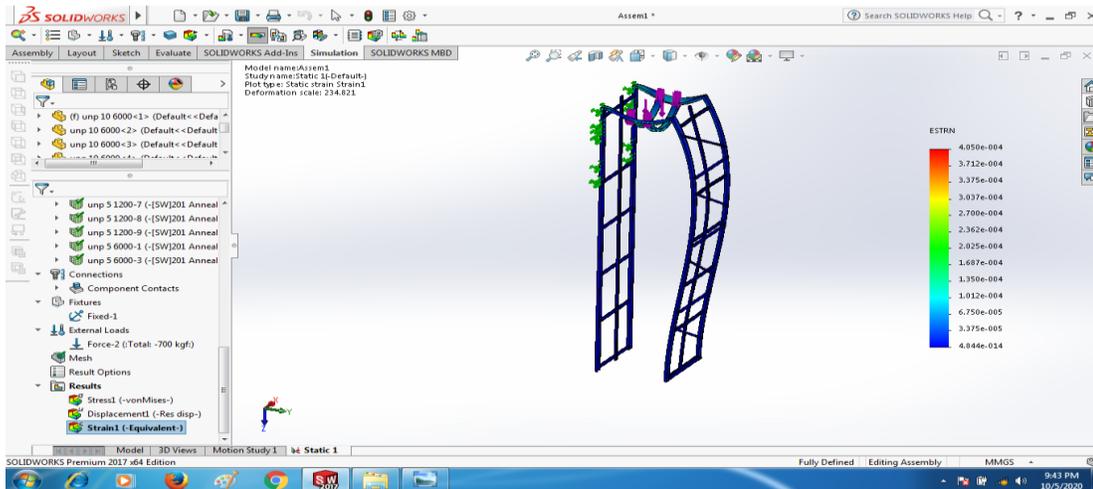
Hasil *strain* maksimal dan minimal terlihat pada Gambar 4.7. Dimana angka *strain* tertinggi ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah yang menunjukkan angka $2.893\text{e-}004$



Gambar 4.7. Hasil Analisa *Strain* pada gaya beban 500kg.

Hasil pengujian pertama yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *strain* pada gaya beban 500kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 500kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

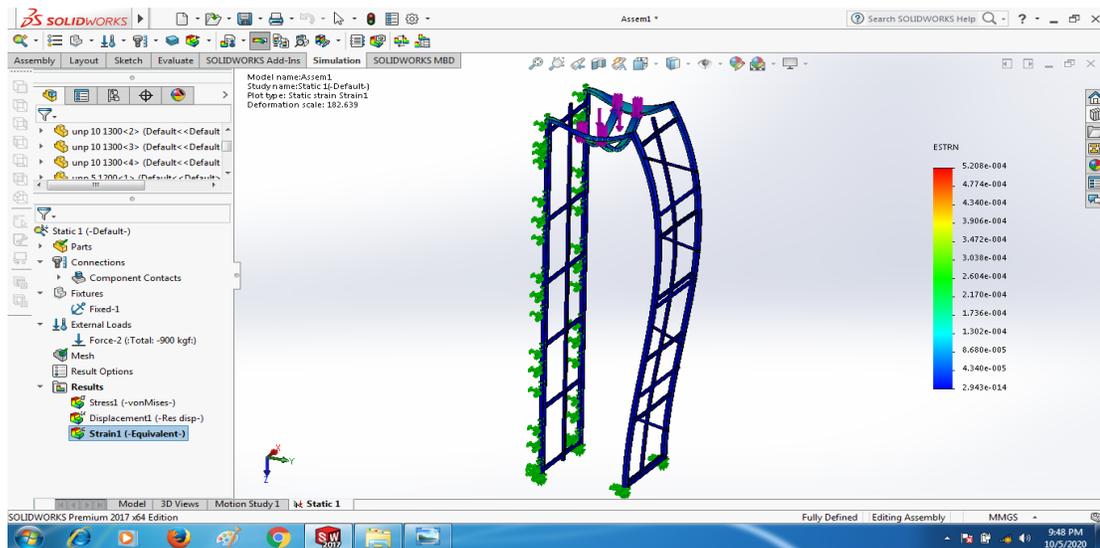
Hasil *strain* maksimal dan minimal terlihat pada Gambar 4.8. Dimana angka *strain* tertinggi ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah yang menunjukkan angka $5.050e-004$



Gambar 4.8. Hasil Analisa *Strain* pada gaya beban 700kg.

Hasil pengujian kedua yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *strain* pada gaya beban 700kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 700kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

Hasil *strain* maksimal dan minimal terlihat pada Gambar 4.9. Dimana angka *strain* tertinggi ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah yang menunjukkan angka $5.208e-004$.



Gambar 4.9. Hasil Analisa *Strain* pada gaya beban 900kg.

Hasil pengujian ketiga yang telah dilakukan pada simulasi solidwork dari *strain* pada gaya beban 900kg pada gambar di atas menunjukkan angka yang didekat warna biru menunjukkan aman dan angka yang di dekat warna merah menunjukkan tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan untuk beban 900kg di nyatakan aman karna beban yang di pakai masih sanggup untuk di tahan oleh rangka lift tersebut.

4.2. Analisa data

Analisa tegangan (strees) dengan gaya beban 500 kgf, 700 kgf, dan 900 kgf.

- Gaya beban 500 kgf

$$F = 500 \times 9,80665 = 4903,325 \text{ N}$$

$$A = P \times L = 1,3 \times 1,3 = 1,69 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4903,325}{1,69} = 2901,37 \text{ N/m}^2$$

- Gaya beban 700 kgf

$$F = 700 \times 9,80665 = 6864,655 \text{ N}$$

$$A = P \times L = 1,3 \times 1,3 = 1,69 \text{ m}^2$$

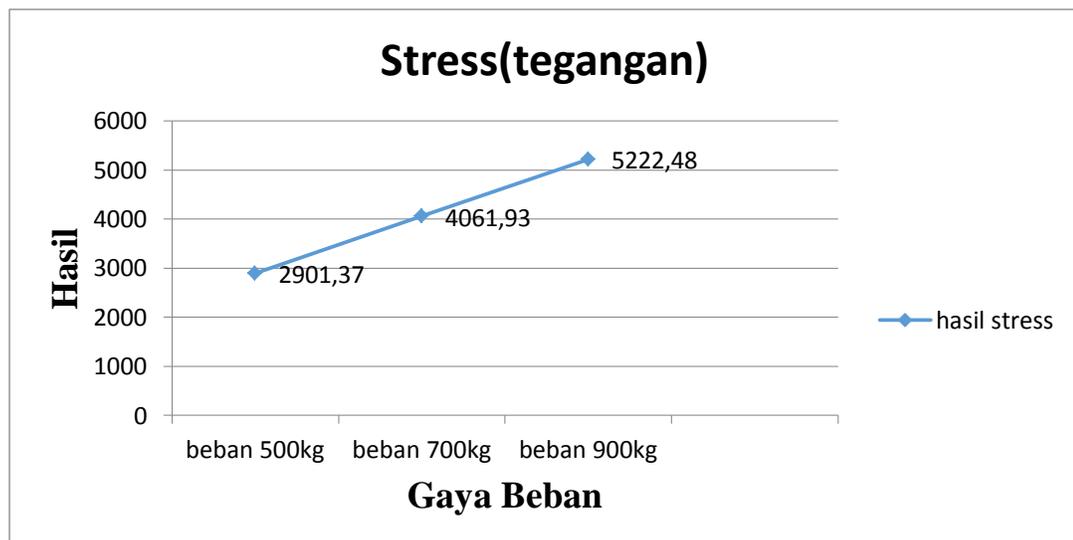
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{6864,655}{1,69} = 4061,93 \text{ N/m}^2$$

- Gaya beban 900 kgf

$$F = 900 \times 9,80665 = 8825,985 \text{ N}$$

$$A = P \times L = 1,3 \times 1,3 = 1,69 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{8825,985}{1,69} = 5222,48 \text{ N/m}^2$$



Gambar 4.10. gambar diagram hasil dari nilai stress

Analisa regangan (strain) dengan gaya beban 500kgf, 700kgf, dan 900kgf.

- Gaya beban 500kgf

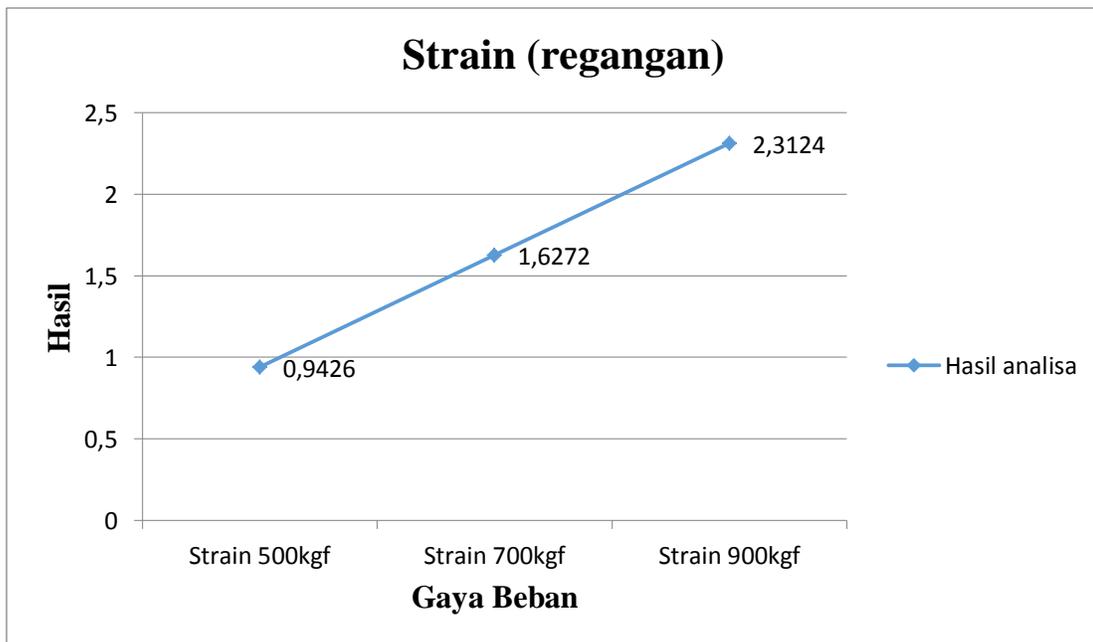
$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{A} = \frac{2,893-1,3}{1,69} = 0,9426$$

- Gaya beban 700 kgf

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{A} = \frac{4,050-1,3}{1,69} = 1,6272$$

- Gaya beban 900 kgf

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{A} = \frac{5,208-1,3}{1,69} = 2,3124$$



Gambar 4.11. gambar diagram hasil dari nilai strain

Analisa modulus elastisitas (defleksi) dengan gaya beban 500kgf, 700kgf, dan 900kgf.

- Gaya beban 500kgf

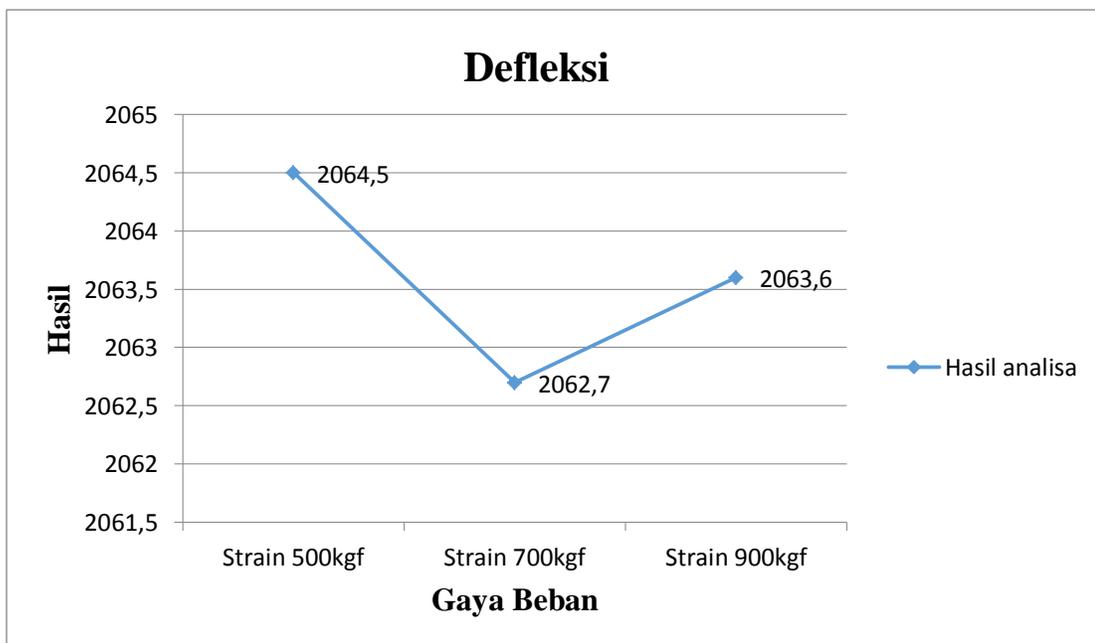
$$E = \frac{F \cdot x}{A \cdot \Delta x} = \frac{4903 \times 1,3}{1,69 \times 1,827} = 2064,5 \text{ N/m}^2$$

- Gaya beban 700 kgf

$$E = \frac{F \cdot x}{A \cdot \Delta x} = \frac{6864,9 \times 1,3}{1,69 \times 2,560} = 2062,7 \text{ N/m}^2$$

- Gaya beban 900 kgf

$$E = \frac{F \cdot x}{A \cdot \Delta x} = \frac{8826,3 \times 1,3}{1,69 \times 3,290} = 2063,6 \text{ N/m}^2$$



Gambar 4.12. gambar diagram hasil dari nilai defleksi

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil analisa kekuatan rangka lift adalah sebagai berikut :

1. Kesimpulan pada penelitian ini adalah di dapatkan nya spesifikasi bahan material yang cocok untuk pembuatan rangka lift yang akan di analisis menggunakan beban 500kg, adapun bahan yang di gunakan besi unp 10, unp 5, dan siku 40 yang berbahan material besi baja.
2. Di dapat nya hasil dari pengujian rangka lift menggunakan software solidwork dengan uji beban 500 kg yaitu :
Deformasi total : 1.829e+000 mm dinyatakan aman untuk digunakan
Stess total : 8.719e+007 N/m⁻² dinyatakan aman untuk digunakan
Strain total : 2.893e-004 dinyatakan aman untuk digunakan

5.2. Saran

1. Diperlukan pengujian analisa lebih lanjut terhadap komponen selain rangka lift
2. Diperlukan material dengan spesifikasi besi yang lebih baik pada rangka lift agar rangka lift dapat menerima gaya beban yang lebih besar dan lebih aman pada saat pengoprasian lift

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra A Siregar, (2021), Analisa Numerik Rangka Mesin Sortir Jeruk Berkapasitas 800 kg/jam.
- Dairylogan, (2007), Kursus Pertama Dalam Metode Hingga Elemen, diakses 20 Februari 2020 melalui https://kntu.ac.ir/DorsalPax/userfiles/file/Mechanical/OstadFile/dr_nakhodchi/DarylL.LoganAFirstCourse.pdf
- Fairuzelsaid, (2010), *Metodenumerik*, diakses 12 oktober 2020 melalui <https://fairuzelsaid.wordpress.com/2010/10/13/metode-numerik-01-pengantar-metode-numerik/>
- Hisham, (2020), Tegangan-regangan dan modulus elastisitas.
- Imam sungkono, hery irawan, desmas arifianto patriwan, (2019), analisis desain rangka dan penggerak alat pembuat adonan kosmetik sistem putaran eksentrik menggunakan solidwork.
- kinays aratuza, (2014), lift elevator, diakses 13 oktober 2020 melalui <https://kinays-aratuza.blogspot.com/2014/11/lift-elevator.html>
- kinays aratuza, (2019), konstruksi elevator, diakses 13 oktober 2020 melalui <https://area-tekniksipil.blogspot.com/2019/03/konstruksi-elevatorlift-dan-cara.html>
- Munawar alfansyuri, Sudirman lubis, wawan septiawan, (2020), simulasi numerik kerugian energi pada siku pipa, jurnal prosiding seminar rekayasa teknologi . diakses 13 oktober 2020 melalui <http://jurnal.ac.id/index.php/SemResTek>
- Muhammad hidayat, (2019), desain dan analisis cnc 3 axis untuk industry kecil dan menengah.
- Siti nurhabibah hutagalung, (2017), pemahaman metode numerik (studi kasus metode new-rhapon) menggunakan pemrograman matlab.

**TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta seminar

Nama : M.Syahrian Effendi

NPM : 1507230134

Judul Tugas Akhir : Analisa Numerik Kekuatan Rangka Lift Dengan Kapasitas Variasi Beban Pada Bangunan 2 Lantai.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T	: f.....
Pembimbing _II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: f.....
Pemanding –I : Chandra A Siregar.S.T.M.T	:
Pemanding – II : Affandi.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 04 Shafar 1443 H
11 September 2021 M



Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : M.Syahrian Effendy
NPM : 1507230134
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Kekuatan Rangka Lift Dengan Kapasitas Variasi
Beban Pada Bangunan 2 lantai.

Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing –II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Affandi.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

antara lain : *lihat lembar tugas akhir*
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

Medan 04 Shafar 1443H
11 Sepotember 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : M.Syahrian Effendy
NPM : 1507230134
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Kekuatan Rangka Lift Dengan Kapasitas Variasi
Beban Pada Bangunan 2 lantai.

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing -II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Affandi.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

.....
..... *Lihat buku*
..... *steps*
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 04 Shafar 1443H
11 Sepotember 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pemanding- II



Affandi.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1176/IL.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 06 Oktober 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD SYAHRIAN EFFENDY
Npm : 1507230134
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XIII (TIGA BELAS)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS NUMERIK KEKUATAN RANGKA LIFT DENGAN KAPASITAS VARIASI BEBAN PADA BANGUNAN 2 LANTAI
Pembimbing -I : MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR, ST, MT
Pembimbing -II : SUDIRMAN LUBIS, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

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

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 29 Shafar 1443 H
06 Oktober 2021 M



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa numerik kekuatan rangka lift dengan kapasitas variasi beban pada bangunan 2 lantai

Nama : Muhammad syahrian effendy
NPM : 1507230134

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	14/1 - 2020	Pendahuluan agar di susun dan judul	A.
2.	21/1 - 2020	Perbaikan kembali Tinjau	A.
3.	26/10 - 2020	Merode dan diagram alir agar di perbaiki	A.
4.	23/11 - 2020	Langkah	A.
5.	8/12 - 2020	Pembahasan dan hasil agar di jelaskan	A.
6.	15/12 - 2020	judul hasil ringkas	A.
7.	17/2 - 2021	Langkah	A.
8.	8/4 - 2021	Acc di seminar lain	A.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa numerik kekuatan rangka lift dengan kapasitas variasi beban pada bangunan 2 lantai

Nama : Muhammad syahrin effendy
NPM : 1507230134

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	14/9 - 2020	Pendahuluan agar di sesuaikan dengan judul	
2.	21/9 - 2020	Perbaiki kembali tujuan	
3.	26/9 - 2020	ABSTRAK dan Diagram alir agar di perbaiki	
4.	23/11 - 2020	Lanjutan	
5.	8/12 - 2020	Pembahasan dan hasil agar dijelaskan	
6.	17/02 - 2020	lanjutan	
7.	8/4 - 2020	ACC skema.	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I



A. Data Pribadi

1. Nama : Muhammad Syahrin Effendy
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 26 Maret 1996
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 165 cm / 64 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Jln. Rawe IV Lingk. VI Gg.Persatuan
9. No. Hp : +62895613020748
- 10 Email : abdullatif261096@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 2002 – 2008 : SD Miss Annur
2. 2008 – 2011 : Mts PAB 1 Helvetia
3. 2011 – 2014 : SMK PAB 1 Helvetia
4. 2015 – 2021 : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik,
Program Studi Teknik Mesin