

PERANCANGAN *SCISSORS LIFT* PADA KENDARAAN GARBARATA



ANNISA NURUL HIDAYAH

5315120394

Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Memperoleh
Gelar Sarjana

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

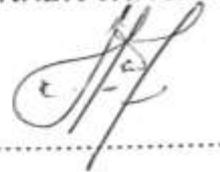
HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : **PERANCANGAN *SCISSORS LIFT* PADA KENDARAAN
GARBARATA**
Nama : Annisa Nurul Hidayah
No. Registrasi : 5315120394

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

NAMA DOSEN
Eko Arif Syaefudin, S.T, M.T.
NIP. 198310132008121002
(Dosen Pembimbing I)

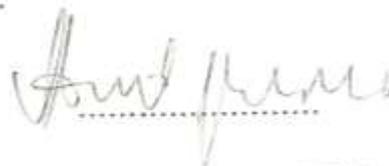
TANDA TANGAN



TANGGAL

11 / 8 / 2016

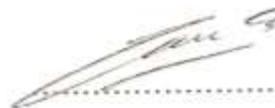
Dr. Eng. Agung Premono, M.T.
NIP. 197705012001121002
(Dosen Pembimbing II)



11 / 8 / 2016

PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI

Dr. Catur Setyawan K., M.T.
NIP. 197102232006041001
(Ketua Penguji)



08 / 8 / 2016

Triyono, S.T, M.Eng.
NIP. 197508162009121001
(Sekretaris)



11 / 8 / 2016

Drs. H. Sirojuddin, M.T
NIP. 196010271990031003
(Dosen Ahli)



14 / 8 / 2016

Tanggal Lulus : 01 Agustus 2016

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin - UNJ



Ahmad Kholil, ST., MT.
NIP. 197908312005011001

ABSTRAK

ANNISA NURUL HIDAYAH. Perancangan Scissors Lift pada Kendaraan Garbarata, Jakarta, Juli 2016.

Penelitian ini bertujuan sebagai inovasi untuk penumpang di bandara. Pada perancangan kendaraan garbarata di bagi menjadi beberapa sistem, yaitu Tunnel, *Scissors Lift* dan Sistem pengangkat. pada penelitian ini, penulis memilih sistem *Scissors Lift* karena dirancang untuk menaikkan dan menurunkan penumpang sehingga penumpang tidak perlu menaiki tangga untuk mencapai ke pintu pesawat.

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kajian pustaka yaitu penulis melakukan studi literatur dari buku maupun jurnal yang berkaitan dengan fokus penelitian. Metode kedua yaitu metode eksperimen menggunakan komputasi dengan bantuan program komputer yaitu Autodesk Inventor 2014. Desain *Scissors Lift* ini dibuat menggunakan Software Autodesk Inventor 2014 yang dapat menggambar bagian Part, Assembly, Drawing dan Analysis kekuatan dari *Scissors Lift* tersebut.

Hasil perancangan ini adalah mendapatkan perhitungan manual gaya yang terjadi pada lengan *Scissors Lift* dengan posisi terendah 3 derajat dengan gaya 95925,786 N. *Scissors Lift* ini dapat disimulasikan di Autodesk Inventor 2014 sesuai dengan sistem geraknya yaitu membuka dan menutup. Serta analisis yang dilakukan di Autodesk Inventor 2014 mendapatkan hasil.

Kata Kunci : *Kendaraan Garbarata, Perancangan Scissors Lift, Komponen Scissors Lift, Autodesk Inventor 2014.*

ABSTRACT

ANNISA NURUL HIDAYAH. Design Scissors lift of Garbarata Vehicle.

Jakarta, July 2016.

This research have a purpose to give inovation for passanger on the airport. For some design this vehicle is devided by some system, the first is Tunnel, Scissors Lift and Hydraulic system. In this research, the writer choose the Scissors Lift System because of this system is made for passanger to make them easier entering the airplane without stairs to reaching the aircraft door.

In this research too, a method that the writer used a literature review of the literature books and journals related to this research. The second method is a method of experimentation, that an experimental method of computerized based with the help of a computer program called Autodesk Inventor2014. The design of scissors lift was made using the software of Autodesk Inventor 2014 which can be used to draw the part, Assembly, Drawing and Stress Analysis.

The results achieved in this research is the value of the manual calculation of the force acting on the leg of Scissors in the Scissors Lowest position for 3 degree with force 95925,786 N. This scissors lift can be simulated on software which suit for the system movement to open and closed the gate door. And the result Stress analysis which already done on Autodesk Inventor is also giving the good result.

Keywords : Design of Scissors Lift, Garbarata Vehicle, The component of ScissorsLift, AutodeskInventor2014

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa:

Nama : Annisa Nurul Hidayah
No.Registrasi : 5315120394
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 18 September 1994
Alamat : Jl. Inspeksi Kali Sunter No.26 RT 02/04 Kelapa
Gading Barat, Jakarta Utara.

Dengan ini menyatakan bahwa :

Skripsi dengan judul “**Perancangan Scissors Lift pada Kendaraan Garbarata**” adalah benar menulis skripsi ini dengan gagasan sendiri dan melakukan penelitian sesuai dengan arahan dosen pembimbing skripsi. Dalam hal ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dan dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan nasakah yang disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh. Apabila kemudian ditemukan bahwa skripsi ini tidak asli sesuai pernyataan di atas, maka penulis bersedia menerima hukuman yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Juli 2016
Yang Membuat Pernyataan

Annisa Nurul Hidayah
No. Reg 5315120394

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia yang diberikan kepada penulis, sehingga skripsi dengan judul Perancangan *Scissors Lift* pada Kendaraan Garbarata dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Skripsi ini merupakan syarat guna mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Kholil, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.
2. Bapak Nugroho Gama Yoga, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.
3. Bapak Eko Arif Syaefudin, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
4. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, MT. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan ilmu untuk membimbing penulis.
5. Bapak Sirojuddin ST.,MT. Selaku Dosen Ahli, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
6. Para dosen beserta jajaran staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
7. Bapak, Ibu tercinta dan adik-adik yang selalu mendoakanku dan memberi dukungan baik secara moral maupun materi.
8. Anggota Kelompok Tim Skripsi Kendaraan Garbarata, yaitu Riswandi, M.Akbar Wiguna, M.Arif Rahman dan Singgih Kristanto yang telah memberikan bantuan, masukan dan motivasi.
9. Seluruh teman-teman dan sahabat Teknik Mesin 2012 yang telah memberikan bantuan serta dukungannya.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan semuanya, atas bantuan dan perhatiannya baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memperlancar penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan, keterampilan, serta pengalaman yang dimiliki, sehingga masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan penulis untuk dapat meningkatkan kualitas skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan dalam pembuatan karya tulis yang lain serta peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Jakarta, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tujuan Hasil Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 GARBARATA	5
2.2 SCISSORS LIFT	8
2.2.1 Pengertian dan fungsi <i>Scissors Lift</i>	8
2.2.2 Komponen <i>Scissors Lift</i>	9
2.3 TEORI DASAR PERANCANGAN	11
2.1.1 Analisis Masalah, Spesifikasi Produk dan Perencanaan Proyek	12
2.1.2 Perancangan Konsep Produk	13
2.1.3 Perancangan Produk	13
2.1.4 Evaluasi Produk Hasil Rancangan	14
2.1.5 Dokumen untuk Pembuatan Produk	15

2.4 Statika.....	16
2.4.1 Gaya dan Momen	16
2.4.2 Keseimbangan Benda Tegar	17
2.4.3 Momen dan Gaya Eksternal.....	17
2.5 Analisa Kekuatan Material.....	20
2.5.1 Tegangan Normal (<i>Normal Stress</i>)	20
2.6 Finite Element Method (FEM).....	24
2.7 Faktor keamanan (Safety Factor)	25
2.8 Pemilihan Faktor Keamanan	26
2.9 Autodesk Inventor	27
2.10 Stress Analysis	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2 Instrumen Penelitian.....	33
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	34
3.3.1 Uraian Prosedur Penelitian.....	35
3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	41
3.4.1 Persyaratan perancangan Kendaraan Garbarata.....	42
3.5 Teknik Analisis Data	44
3.5.1 Pembebanan pada scissors	44
3.5.2 Gaya yang terjadi pada batang Scissors	45
3.5.3 Perhitungan Sambungan	50
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN	52
4.1 Model Desain	52
4.2 <i>Governing Equations</i>	53
4.3 Pemilihan Bahan dan Material	54

4.4 Hasil Analisa Simulasi Gaya, Tegangan, dan Faktor Keamanan dengan Autodesk Inventor 2014.....	55
4.4.1 Simulasi pada <i>Scissors</i> pada ketinggian 1868 mm.	56
4.4.2 Simulasi pada <i>Scissors</i> pada ketinggian 1000 mm.	58
4.4.3 Simulasi pada <i>Scissors</i> pada ketinggian 500 mm.	59
4.5 Perbandingan Hasil Penelitian.....	61
4.5.1 Perbandingan hasil von Mises stress.....	61
4.5.2 Perbandingan hasil Displacement	62
4.5.3 Perbandingan hasil Safety of Factor	63
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Penumpang pada penerbangan Domestik Bandara Soekarno Hatta tahun 2009-2013	1
Gambar 2.1 Bagian-bagian Garbarata.....	6
Gambar 2.2 <i>Scissors Lift Table</i>	9
Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Perancangan.....	12
Gambar 2.4 Langkah-langkah perancangan produk	14
Gambar 2.5 Momen	17
Gambar 2. 6 Jenis-jenis tumpuan	18
Gambar 2. 7 Reaksi tumpuan engsel atau sendi.....	19
Gambar 2. 8 Reaksi tumpuan Roller	19
Gambar 2. 9 Reaksi tumpuan jepit.....	19
Gambar 2. 10 Komponen – komponen tegangan normal dan geser	20
Gambar 2. 11 Batang Prismatik Yang Dibebani Gaya Aksial	21
Gambar 2. 12 Gaya tarik aksial.....	22
Gambar 2. 13 Gaya tekan aksial	22
Gambar 2. 14 Batang mengalami tegangan geser.....	23
Gambar 2. 15 New file Autodesk Inventor 2014	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan	34
Gambar 3. 2 Dimensi Truk Hino Ranger 235 JP	35
Gambar 3. 3 Dimensi pesawat Boeing 737-800 dan 737-900	36
Gambar 3. 4 Gambar 2D Scissor saat membuka.....	37
Gambar 3. 5 Gambar 2D Scissor saat menutup	37
Gambar 3. 6 Letak constrain	38
Gambar 3. 7 Letak pin.....	38
Gambar 3. 8 Letak Force.....	39
Gambar 3. 9 Jenis material.....	39
Gambar 3. 10 Jenis material.....	39
Gambar 3. 11 Jenis material.....	40
Gambar 3. 12 meshing pada Autodesk Inventor	40

Gambar 3. 13 simulate pada Autodesk Inventor	41
Gambar 3. 14 Report pada Autodesk Inventor	41
Gambar 3. 15 <i>Scissors Lift</i>	46
Gambar 3. 16 <i>Free Body Diagram</i>	47
Gambar 3. 17 Freebody Diagram Lengan Pertama.....	47
Gambar 3. 18 Freebody Diagram Lengan Kedua	48
Gambar 3. 19 Diagram Lengan Pertama.....	49
Gambar 3. 20 Diagram Lengan Kedua	49
Gambar 3. 21 Freebody Diagram pada bushing Roller.....	50
Gambar 3. 22 Gaya pada Bushing Roller.....	51
Gambar 4. 1 Model Scissors Lift Terbuka	52
Gambar 4. 2 Desain <i>Scissors Lift</i> Tertutup	53
Gambar 4. 3 Material Properties SM 50 YA	54
Gambar 4. 4 Material Properties S50C	54
Gambar 4. 5 Material Properties API 5 L	54
Gambar 4. 6 von mises scissors dengan ketinggian 1868mm.....	56
Gambar 4. 7 Displacement Scissors pada ketinggian 1868mm	56
Gambar 4. 8 Safety of factor scissors pada ketinggian 1868 mm.....	57
Gambar 4.9 von mises scissors pada ketinggian 1000mm.....	58
Gambar 4. 10 Displacement scissors pada ketinggian 1000mm.....	58
Gambar 4. 11 safety of factor scissors pada ketinggian 1000mm.....	59
Gambar 4. 12 Perbandingan hasil von Mises Stess	62
Gambar 4. 13 Perbandingan hasil Displacement	62
Gambar 4. 14 Perbandingan hasil Safety of Factor.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar spesifikasi perencanaan.....	43
Tabel 4. 1 Hasil Analisis	61
Tabel 4. 2 Hasil perbandingan von mises stress	61
Tabel 4. 3 Hasil perbandingan Displacement	62
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Safety of Factor	63

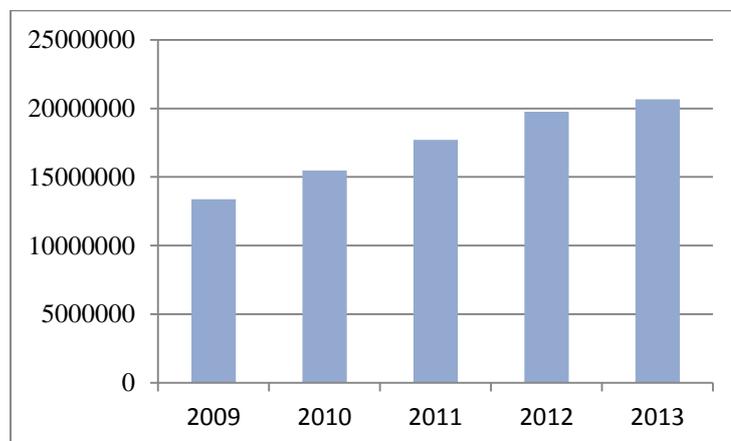
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan zaman sekarang ini, teknologi dibidang transportasi mulai dikembangkan, inovasi terbaru banyak dikembangkan untuk mencari teknologi yang dapat menunjang penggunaan transportasi, khususnya transportasi udara contohnya pesawat terbang.

Transportasi udara pada pesawat terbang adalah transportasi yang mulai banyak digunakan, selain karena efesiensi waktu dan biaya pun menjadi pilihan. Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan penerbangan domestik di Bandara Soekarno Hatta 2006-2013 meningkat dari tahun ke tahun yang ditunjukkan pada grafik dibawah ini.¹



Gambar 1. 1 Jumlah Penumpang pada penerbangan Domestik Bandara Soekarno
Hatta tahun 2009-2013

Transportasi yang semakin berkembang pun mengharuskan memberikan pelayanan yang efektif untuk semua penumpang yang menggunakan, tentu setiap manusia mempunyai hak yang sama dalam menggunakan transportasi.

¹ <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/812> diakses pada tanggal 9 Maret pada pukul 10.00 WIB

Salah satu teknologi yang dipakai saat ini dalam memberikan fasilitas di bandara, yaitu Garbarata (*Passanger Boarding Bridge*). *Garbarata* atau *Passanger Boarding Bride* dibuat untuk memudahkan para penumpang ketika *Boarding* dan memberikan kenyamanan maupun keselamatan para penumpang, akan tetapi penggunaan Garbarata hanya dipakai oleh beberapa maskapai penerbangan, yaitu Garuda Indonesia, City Link dan beberapa maskapai *High Cost Carrier* lainnya karena bagi para maskapai *Low Cost* menggunakan tangga dianggap efisien untuk memangkas biaya.

Pada transportasi udara, fasilitas yang diberikan pihak maskapai kepada penumpang penumpang selain Garbarata yaitu menggunakan *Airport Buses*². Para penumpang menggunakan *Airport Buses* dari terminal menuju pesawat yang letaknya jauh dari terminal dan belum lagi untuk sampai ke pintu pesawat, penumpang harus menaiki tangga yang belum dirancang untuk melindungi penumpang terhadap cuaca terik atau cuaca hujan untuk sampai ke pintu pesawat.

Melihat situasi yang terjadi pada untuk pelaksanaan *Boarding*, penulis mencoba mengembangkan inovasi antara *Airport Buses* dan Garbarata yang diharapkan *Airport Buses* dapat juga berfungsi sebagai garbarata, atau yang disebut dalam skripsi ini adalah *Kendaraan Garbarata*. Dalam perancangan *Kendaraan Garbarata* ini terbagi dalam beberapa sistem, yaitu : *Scissors Lift*, Sistem pengangkat *Scissors Lift* berupa Hidrolik, dan sistem *Cabin* dan *Tunnel*. Salah satu sistem yang penulis rancang yaitu *Scissors Lift*.

Penulis memilih sistem *Scissors Lift* ini karena *Scissors Lift* ini berfungsi sebagai sistem untuk mengangkat dari posisi awal hingga pada posisi ketinggian

² Ebagazalba.blogspot.co.id/2013/05/mengenal-ground-support-equipment-gse.html diakses pada 17 Juni 2016 pada pukul 12.15

pesawat sehingga penumpang tidak perlu menaiki tangga, *Scissors Lift* ini di gerakan oleh sistem pengangkat mekanisme Hidrolik. Dengan *Scissors Lift* pada Kendaraan Garbarata ini nantinya diharapkan dapat sebagai rancangan yang bertujuan memberikan fasilitas yang lebih efisien karena penumpang tidak perlu berpindah atau menaiki tangga karena adanya sistem *Scissors Lift*.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah diatas dapat diambil beberapa identifikasi masalah, yaitu sebagai berikut : “Bagaimana memindahkan penumpang dari terminal menuju pintu pesawat yang dapat memindahkan penumpang tanpa menaiki tangga atau mengendarai *Airport Buses*?”

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas, maka perumusan masalahnya, yaitu : bagaimana desain pada *Scissors Lift Kendaraan Garbarata* untuk pesawat *boeing 737-800*?

1.4 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas, maka penulis membatasi masalah pada desain *Scissors Lift Kendaraan Garbarata* untuk pesawat *boeing 737-800* dengan kapasitas angkat 9500 kg dan ketinggian angkat 1686 mm.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Merancang *Scissors Lift* pada Kendaraan Garbarata sehingga penumpang tidak perlu menaiki tangga untuk sampai ke pintu pesawat.
2. Sebagai acuan dalam proses pabrikasi *Scissor Lift* pada *Kendaraan Garbarata*.
3. Meningkatkan pengetahuan penulis dalam bidang merancang desain *Scissor Lift*.

1.6 Tujuan Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan turut serta dalam upaya mendukung kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama bidang keteknikan. Adapun tujuan utama dari penelitian ini yaitu :

1. Membuat desain *Scissors Lift Kendaraan Garbarata* yang dapat mengangkat sistem dari *Kendaraan Garbarata*, sehingga penumpang tidak perlu naik-turun untuk sampai ke pintu pesawat.
2. Dapat menjadikan inovasi dalam pengembangan teknologi transportasi pesawat terbang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 GARBARATA

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, garbarata adalah jembatan berdinding dan beratap yang menghubungkan ruang tunggu penumpang ke pintu pesawat terbang untuk memudahkan penumpang masuk ke dalam atau keluar dari pesawat.³

Garbarata memiliki banyak nama, garbarata bisa disebut juga *Aerobridge*, *JetBridge*, *AirBridge*, *Passanger Boarding Bridge* atau Belalai Gajah. Garbarata pertama kali diciptakan oleh Frank Der Yuen, yang digunakan pertamakali pada tanggal 26 Juli 1959 di Bandar Udara Internasional San Fransisco.

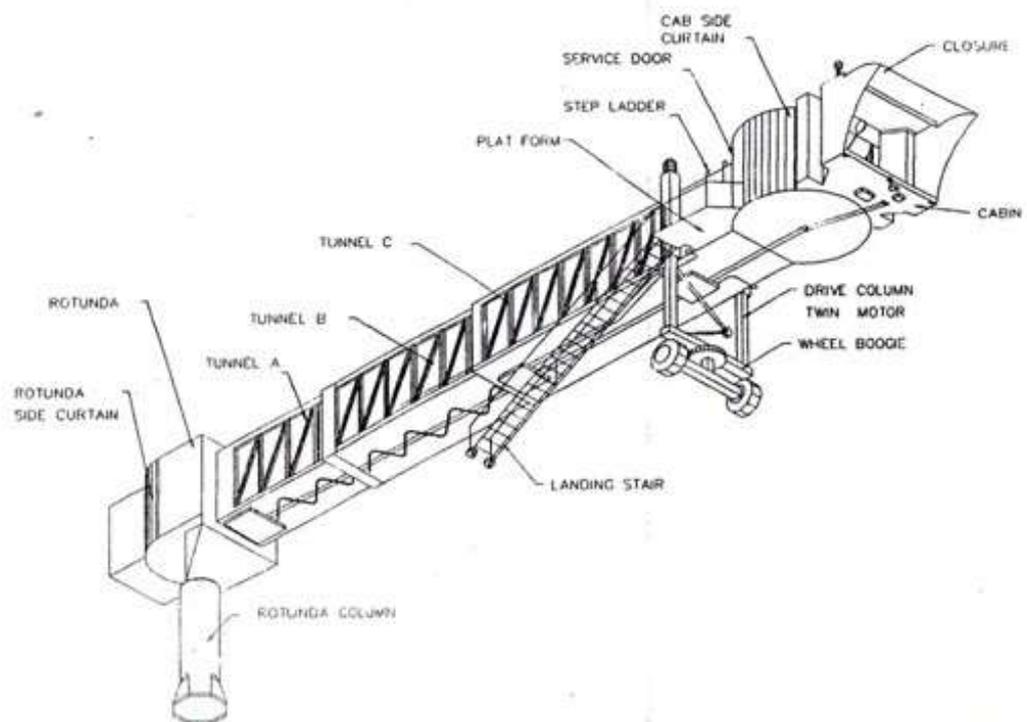
Sebelum adanya garbarata ini, pelayanan yang diberikan oleh pihak bandara adalah dengan *AirStair*, penumpang berjalan menuju letak pesawat sebelum menaiki *AirStair* ini, lalu dengan perkembangan teknologi, muncul adanya *Airport Buses* yang mengangkut penumpang hingga tempat pesawat berada yang kemudian penumpang menaiki *AirStair* yang fungsinya sebagai pilihan lain dari pemakaian Garbarata.

Bagian-Bagian Utama Garbarata :

1. *Tunnel*, yaitu bagian badan Garbarata yang dapat bergerak secara teleskopik serta dapat menyesuaikan ketinggiannya terhadap pesawat yang hendak dijangkau. Garbarata dapat terdiri dari dua *Tunnel* atau lebih.

³ <http://kbbi.web.id/garbarata> diakses pada tanggal 21 April 2016 pukul 8.52

2. *Cabin*, yaitu bagian dari Garbarata yang menjadi penghubung antara *Fix Gate* dengan *Tunnel*. *Cabin* adalah bagian Garbarata dimana *Tunnel* dapat bergerak ke kiri dan kekanan, dengan derajat rotasi tertentu.



Gambar 2.1 Bagian-bagian Garbarata⁴

3. *Driving column dan Swiveling*, adalah bagian dari garbarata yang dapat menggerakkan Garbarata secara elektro mekanik ke atas dan ke bawah (bergerak secara Vertikal), memanjang dan memendekkan (*Extend* dan *retract*) *Tunnel*, serta dapat bergerak ke kiri dan ke kanan dengan *Cabin* sebagai poros.
4. *Cabin (Contact Head)*, bagian dari Garbarata yang berhubungan dengan pesawat. Bagian ini dapat berputar terhadap *Tunnel* ke kiri ataupun ke

⁴ <http://www.gloopic.net/article/garbarata-passenger-boarding-bridge> di akses tanggal 1 mei 2016

kanan untuk menjangkau pintu pesawat dimana penumpang akan ke luar dari dan menuju *Tunnel*/pesawat.

5. *Self Leveling Device (Auto Leveler)*, Bagian penting dari Garbarata yang berfungsi sebagai penyesuai otomatis ketinggian Garbarata terhadap pintu pesawat.
6. *Safety Devices*, Bagian Garbarata yang berfungsi sebagai alat keselamatan. Alat ini bekerja secara otomatis untuk mencegah terjadinya kesalahan atau kegagalan operasional yang dapat menyebabkan kerusakan pada garbarata serta keselamatan penerbangan.
7. *Access Service (Landing Stair, Plate Form, serta Service Door)* adalah bagian Garbarata yang berfungsi sebagai access bagi yang berwenang untuk menuju *Cabin* dari *Apron* atau sebaliknya
8. *Air Condition*, adalah bagian dari Garbarata yang berfungsi untuk monkondisikan suhu interior Garbarata sesuai dengan suhu yang diinginkan.

Garbarata biasanya digunakan di pelabuhan udara dan laut. Di Indonesia, bandara yang memiliki garbarata antara lain Bandar Udara Internasional Sultan Iskandar Muda, Bandar Udara Internasional Kuala Namu, Bandar Udara Internasional Minangkabau, Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II, Bandar Udara Internasional Hang Nadim, Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II, Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, Bandar Udara Internasional Adisumarmo, Bandar Udara Internasional Juanda, Bandar Udara Internasional Ngurah Rai, Bandar Udara Internasional Lombok, Bandar Udara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman, Bandar Udara Kalimantan,

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, Bandar Udara Haluoleo, Bandar Udara Mutiara, Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi, Bandar Udara Pattimura, Bandar Udara Sultan Babullah dan Bandar Udara Sentani.

2.2 SCISSORS LIFT

2.2.1 Pengertian dan fungsi *Scissors Lift*

Scissors Lift adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengangkat beban dengan ketinggian angkat tertentu secara vertikal. Istilah kata *Scissors* berasal dari mekanisme gunting yang berpola X yang dikenal sebagai *Pantograph*, yang mampu membuka (melebar) dan menutup seperti mekanisme kerja gunting. Perpanjangan atau perpindahan gerak dari pola X dapat diukur akibat gaya dorong yang dilakukan oleh hidrolik, pneumatik atau mekanis lainnya seperti *lead screw*, *rack* atau *pinion system*.

Sebelum penggunaan mekanisme penggunaan hidrolik atau pneumatik, pada sistem *Scissors Lift* menggunakan baterai untuk pengoperasiannya. Akan tetapi banyak kendala dalam pemakaian baterai, yaitu : efisiensi rendah, resiko baterai habis selama keadaan darurat, serta biaya pemeliharaan dan lain-lain. Dengan permasalahan tersebut, maka diciptakan *Scissors Lift* menggunakan pengangkat hidrolik yang cara kerjanya diletakkan di antara dua lengan scissos yang menyilang dan didukung oleh pompa yang digerakan oleh motor. Berikut adalah beberapa fungsi dari *Scissors Lift* :

1. Membantu menjangkau sesuatu yang tinggi
2. Membantu pekerjaan yang tinggi yang mempunyai beban tertentu.

3. Membantu dalam pekerjaan *maintenance* dan *repair* alat berat karena alat berat mempunyai ketinggian yang sulit dijangkau oleh manusia.



Gambar 2.2 *Scissors Lift Table*

2.2.2 Komponen *Scissors Lift*

Dalam *Scissors Lift* terdapat beberapa komponen penting, yaitu :

1. Lengan *Scissors*

Lengan *Scissors* adalah komponen penting dalam mekanisme ini, karena lengan *Scissors* yang melakukan gerakan menutup dan membuka seperti gunting. Lengan *Scissors* dapat ter-defleksi jika berat yang ditopang melebihi batas kekuatan material lengan *Scissors* tersebut. Beban yang terdapat pada *Platform* itu sendiri juga dapat menjadi beban tambahan untuk lengan *Scissors*. Meningkatkan kekuatan lengan dari material lengan sendiri juga dapat meningkatkan kekuatan dari defleksi, akan tetapi peningkatan yang disebabkan ketinggian kerja lengan juga dapat membuat lengan patah akibat defleksi yang juga menjadi besar.

2. Struktur *Platform*

Struktur *Platform* adalah meja/*frame* yang berada diatas lengan *Scissors* yang akan menjadi tempat letaknya beban yang diberikan. Kelenturan platform akan meningkat karena beban pusat gravitasi yang terjadi ditengah dan gaya tersebut menyebar kesegala sudut *Platform*. Ketika lengan *Scissors* berjalan, pada ujung lengan *Scissors* terdapat roda yang membuat pin yang menempel pada bracket *Platform* bergerak yang menimbulkan beban. Meningkatkan kekuatan *Platform* dengan meningkatkan material platform tidak meningkatkan ketahanan terhadap defleksi, akan tetapi peningkatan material platform dapat memberikan beban yang ditopang lengan *Scissors* semakin meningkat yang nantinya akan menimbulkan defleksi pada lengan *Scissors*.

3. *Base Frame*

Base frame adalah *frame* yang berada di bawah yang biasanya dipasang dilantai sehingga tidak harus mengalami defleksi. Pada *Base frame* harus kaku karena *Base frame* ini harus menahan gaya yang ditimbulkan oleh 2 roda yang menempel pada ujung lengan *Scissors* dan juga 2 engsel untuk tempat lengan engsel.

4. *Pin Joint*

Pada sistem *Scissors Lift* terdapat bracket dan untuk menyambungkan tersebut adanya pin. Pin juga tidak hanya digunakan pada bracket tetapi juga pada pola menyilang pada *Scissors arm*. Dan masing masing pin memiliki dimensi toleransi antara pin dan bushing, semakin sepasang lengan *Scissors* bergerak satu sama lain, maka pin menopang gaya pergerakan tersebut atau defleksi tersebut ketika berada dibawah beban.

2.3 TEORI DASAR PERANCANGAN

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Perancangan adalah proses, cara, pembuatan merancang; bangunan itu dilakukan oleh seorang ahli yang masih muda.⁵

Perancangan adalah kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang keberadaannya dibutuhkan oleh masyarakat untuk meringankan hidupnya. Kegiatan perancangan dimulai dengan didapatnya persepsi tentang kebutuhan manusia, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, disusul kemudian dengan perancangan, pengembangan dan penyempurnaan produk, kemudian diakhiri dengan pembuatan dan pendistribusian produk.⁶

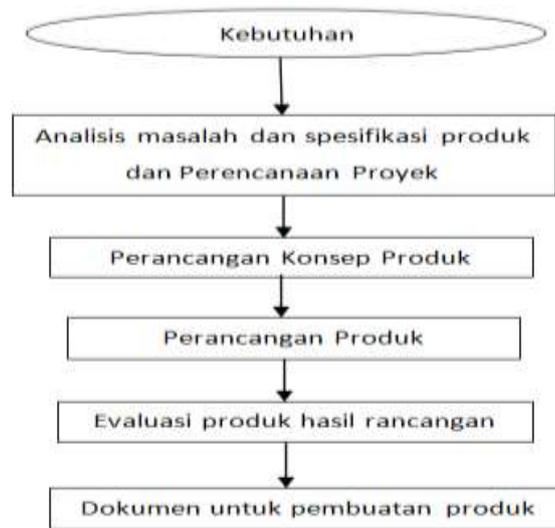
Perancangan itu sendiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan, karena perancangan itu kemudian disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut. Kegiatan-kegiatan dalam proses perancangan dinamakan fase, setiap fase itu sendiri masih terdiri dari beberapa kegiatan, yang dinamakan langkah-langkah dalam fase.⁷

Fase-fase proses perancangan tersebut dapat digambarkan pada diagram dibawah ini :

⁵ Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa ,*Edisi Ke empat*, (Departemen Pendidikan Nasional: Gramedia, Jakarta,2008).

⁶ Harsokoesoemo, D. 2000 Pengantar Perancangan Teknik. Bandung: Institut Teknologi Bandung Hal 1

⁷ Ibid Hal 20



Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Perancangan⁸

2.1.1 Analisis Masalah, Spesifikasi Produk dan Perencanaan Proyek.

Langkah-langkah fase analisis masalah, spesifikasi produk dan perencanaan proyek adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan tim perancang
2. Analisis masalah
 - a. Mengidentifikasi pengguna dan konsumen
 - b. Menyusun/menetapkan keinginan pengguna
 - c. Menentukan prioritas keinginan pengguna
 - d. Menganalisis kemampuan pesaing

3. Menyusun Spesifikasi

Merumuskan keinginan-keinginan pengguna menjadi syarat-syarat teknis yang dapat diukur

4. Perancangan Proyek

⁸ Ibid Hal 21

- a. Mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang harus diselesaikan dalam proses perancangan
- b. Menyusun sasaran setiap pekerjaan
- c. Membuat perkiraan kebutuhan tenaga kerja dan waktu yang diperlukan untuk mencapai sasaran
- d. Menyusun urutan pekerjaan
- e. Membuat perkiraan biaya

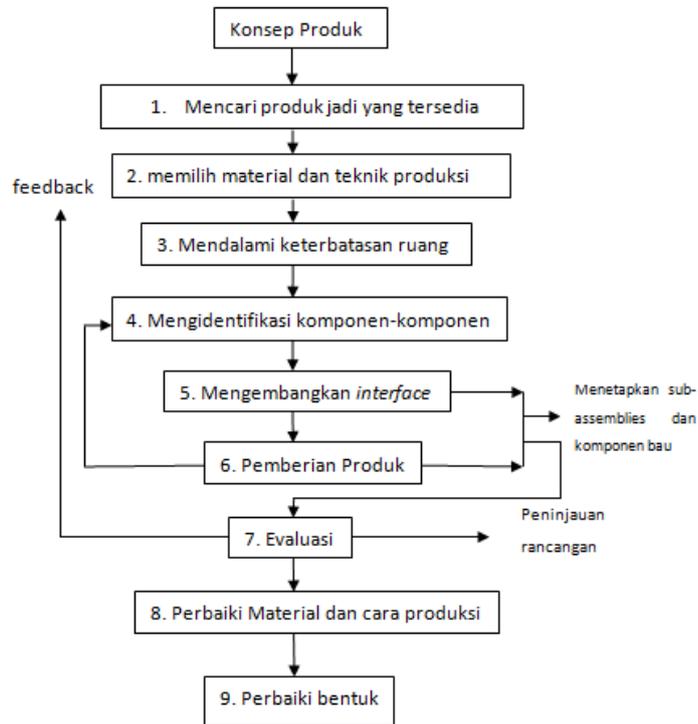
2.1.2 Perancangan Konsep Produk

Hasil fase pertama proses perancangan adalah penyusunan spesifikasi perancangan dan perencanaan proyek menjadi dasar fase kedua, yaitu perancangan konsep produk. Konsep produk dapat dinyatakan dengan sketsa atau dapat pula dinyatakan dengan keterangan yang merupakan abstraksi dari produk yang akan dirancang. Kini pencarian konsep produk dilakukan terlebih dahulu yaitu :

1. Menyusun sistem fungsi produk
2. Menyusun konsep produk berdasarkan fungsi produk

2.1.3 Perancangan Produk

Beberapa pakar perancangan mengajukan cara perancangan produk perancangan bentuknya sendiri-sendiri, yang tidak sama satu sama lain, tapi masih mengandung persamaan-persamaan didalamnya. Dalam buku yang penulis kutip, untuk merancang produk dipakai cara *concurrent design*, sembilan langkah *concurrent design* tersebut adalah :



Gambar 2.4 Langkah-langkah perancangan produk

2.1.4 Evaluasi Produk Hasil Rancangan

1. Memonitor perubahan fungsi
2. Evaluasi kinerja produk hasil rancangan melalui pembuatan model atau prototype
3. Evaluasi biaya
4. Evaluasi lain, yaitu dari segi :
 - a. Kemudahan kerakitan
 - b. Analisis kegagalan
 - c. Kemudahan perawatan
 - d. Kemudahan pengerjaan

2.1.5 Dokumen untuk Pembuatan Produk

Produk hasil perancangan didokumentasikan dalam dokumen yang terdiri dari : gambar susunan, gambar detail dan spesifikasi untuk pembuatan produk, dan *bill of material (BoM)*.

1. Gambar Layout

Gambar Layout adalah gambar kerja yang sering mengalami perubahan selama proses perancangan yang dibuat dengan skala tertentu.

2. Gambar detail

Semua dimensi kritis harus diberi toleransi. Dimensi, uamh pada gambar detail tidak diberi toleransi, sebenarnya ada toleransinya.

3. Gambar susunan

Setiap komponen diidentifikasi dengan nomor komponen yang dikaitkan dengan *BoM* yang dapat dibuat pada kertas gambar yang memuat gambar susunan atau dibuat secara terpisah.

4. *Bill of Material*

Daftar komponen yang sebenarnya merupakan indeks produk yang terdapat nomor komponen pada gambar susunan, nomor komponen yang disusun untuk pembelian, jumlah setiap komponen, deskripsi komponen, material komponen, dan sumber komponen.

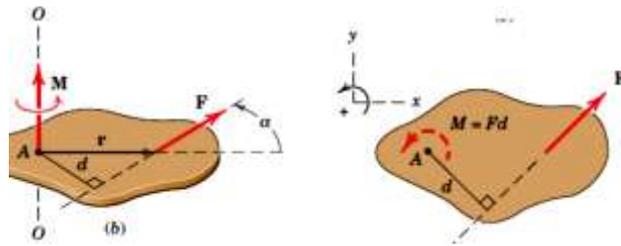
2.4 Statika

Mekanika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan terapan yang berhubungan dengan gaya dan gerak. Dasar ilmu ini adalah kesetimbangan, yaitu kondisi yang ada apabila suatu sistem gaya bekerja pada benda. Sebutan statika digunakan untuk menunjukkan bagian dari mekanika yang khusus berkaitan dengan relasi antar gaya – gaya yang bekerja pada benda tegar (*rigid bodies*) yang dalam keadaan kesetimbangan dan diam.

2.4.1 Gaya dan Momen

Gaya adalah interaksi antara benda-benda. Interaksi gaya mempunyai pengaruh terhadap bentuk atau gerak, atau keduanya, pada benda yang terlibat. Gaya adalah besaran vektor, setiap besaran vektor dapat dinyatakan dengan garis. Arah garis tersebut terhadap suatu sumbu – tetap menunjukkan arah besaran vektor tersebut. Gaya yang bekerja pada suatu benda tegar dapat dipandang bekerja dimana saja di sepanjang garis kerjanya.

Momen dari suatu gaya. Setiap gaya yang bekerja pada suatu benda akan menyebabkan benda tersebut mengalami translasi dalam arah gaya itu. Bergantung pada titik tangkapnya, gaya itu juga dapat menyebabkan terjadinya rotasi yang disebut momen. Terhadap suatu titik atau suatu garis, besar putaran atau rotasi ini sama dengan hasil kali besar gaya dan jarak tegak lurus dari garis kerja gaya ke titik atau garis yang ditinjau. Momen M akibat gaya P terhadap titik O disebut $M_o = F \times r$, dimana r adalah jarak tegak lurus dari garis kerja gaya F ke titik O .



Gambar 2.5 Momen

2.4.2 Keseimbangan Benda Tegar

Apabila sistem gaya tak-konkuren bekerja pada suatu benda tegar, maka akan ada potensi untuk mengalami translasi dan rotasi, agar benda tegar mengalami keseimbangan keduanya harus dihilangkan. Untuk mencegah translasi, ini mengandung arti yang sama dengan pada sistem gaya konkuren, yaitu resultan sistem gaya tersebut haruslah sama dengan nol. Sedangkan untuk mencegah rotasi, maka jumlah momen yang dihasilkan oleh resultan oleh semua gaya haruslah sama dengan nol.

$$\sum M_x = 0 \qquad \sum M_y = 0$$

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0$$

2.4.3 Momen dan Gaya Eksternal

Gaya atau Momen yang bekerja pada suatu struktur disebut eksternal (misalnya berat struktur sendiri). Gaya dan momen yang bekerja pada suatu benda tegar dapat dibagi kedalam dua jenis utama, yaitu yang berkerja dan yang reaktif. Gaya yang bekerja adalah gaya yang bekerja langsung pas struktur sedangkan gaya reaktif adalah gaya yang timbul akibat adanya aksi suatu benda terhadap benda lain, dengan demikian umumnya terjadi pada penghubung dan tumpuan. Adanya gaya gaya reaktif berasal dari Hukun Newton III bahwa “apabila ada

suatu benda memberikan gaya pada benda lain, maka benda kedua akan selalu memberikan gaya yang sama besar dan berlawanan arah terhadap benda pertama”.

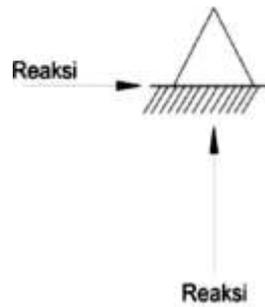
Keseluruhan sistem gaya yang bekerja dan bereaksi pada benda haruslah dalam keadaan keseimbangan, diagram benda bebas sering disebut juga sebagai diagram kesetimbangan. Menggambar diagram kesetimbangan dan mencari reaksi untuk suatu struktur yang dibebani merupakan langkah pertama dalam analisis struktur secara keseluruhan.

Jenis tumpuan	Simbol	Jenis rotasi dan translasi yang dapat terjadi pada tumpuan	Jenis gaya yang dapat timbul pada tumpuan	Jenis gaya yang dapat timbul apabila tumpuannya miring
Tumpuan jepit				
Tumpuan sendi				
Tumpuan rol				
Tumpuan sederhana				
Tumpuan kabel				

Gambar 2. 6 Jenis-jenis tumpuan

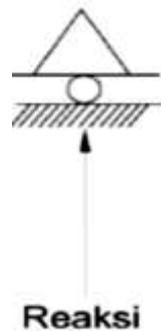
Berikut adalah beberapa kondisi tumpuan :

1. Tumpuan engsel atau sendi, titiknya membolehkan elemen strukturnya berotasi secara bebas, tetapi tidak dapat bertranslasi ke arah manapun. Dengan demikian titik tumpu tersebut tidak dapat memberikan tahanan momen tetapi dapat memberi tahanan gaya pada arah manapun.



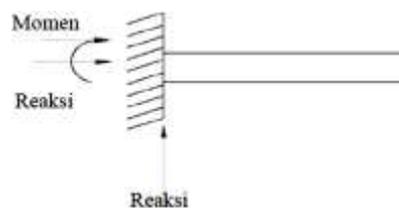
Gambar 2. 7 Reaksi tumpuan engsel atau sendi

2. Tumpuan rol, dapat juga berotasi dengan bebas dan dapat menahan translasi, tetapi hanya pada arah yang tegak lurus bidang tumpuan (baik mendekati maupun menjauhi tumpuan). Tumpuan rol ini tidak memberikan tahanan gaya dalam arah sejajar dengan bidang tumpuan.



Gambar 2. 8 Reaksi tumpuan Roller

3. Tumpuan jepit, dapat menahan rotasi maupun translasi ke arah manapun. Dengan demikian, tumpuan ini dapat memberikan tahanan momen dan gaya dalam arah sembarang.

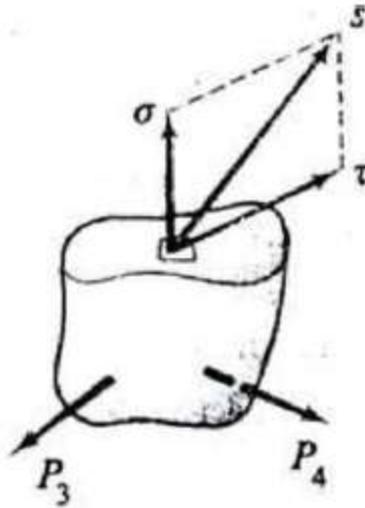


Gambar 2. 9 Reaksi tumpuan jepit

2.5 Analisa Kekuatan Material

2.5.1 Tegangan Normal (*Normal Stress*)

Gaya internal yang bekerja pada sebuah potongan dengan luasan yang sangat kecil akan bervariasi baik besarnya maupun arahnya. Pada umumnya gaya – gaya tersebut berubah – ubah dari suatu titik ke titik yang lain. Umumnya berarah miring pada bidang perpotongan. Dalam praktek keteknikan intensitas gaya diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan⁹, seperti terlihat pada Gambar 2.10

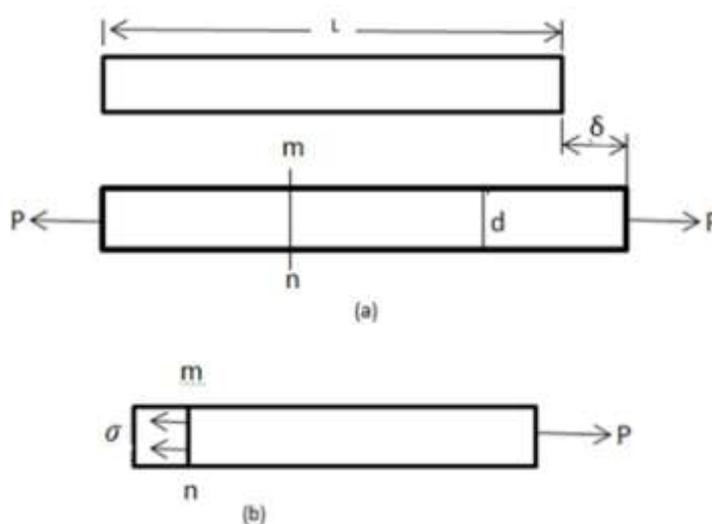


Gambar 2. 10 Komponen – komponen tegangan normal dan geser

Tegangan normal adalah intensitas gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap irisan yang mengalami tegangan, dan dilambangkan dengan σ (*sigma*). Bila gaya – gaya luar yang bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan adalah sejajar terhadap sumbu tersebut. Gaya – gaya seperti itu disebut gaya aksial, dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. konsep dasar dari tegangan dan

⁹ Ibid, hal 7

regangan dapat diilustrasikan dengan meninjau sebuah batang prismatik yang dibebani gaya – gaya aksial (*axial forces*) P pada ujung – ujungnya. Sebuah batang prismatik adalah sebuah batang lurus yang memiliki penampang yang sama pada keseluruhan panjangnya. Untuk menyelidiki tegangan – tegangan internal yang ditimbulkan gaya – gaya aksial dalam batang, dibuat suatu pemotongan garis potong pada irisan mn (Gambar 2.9). Irisan diambil tegak lurus sumbu longitudinal batang. Karena itu irisan dikenal sebagai suatu penampang (*cross section*).



Gambar 2. 11 Batang Prismatik Yang Dibebani Gaya Aksial

Tegangan normal dapat terbentuk¹⁰:

a. Tegangan Tarik (*Tensile Stress*)

Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang, dan akibatnya batang ini cenderung menjadi meragang atau bertambah panjang. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tarik pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.

¹⁰ Hutahaean, MT., Ir. Yamses Rohanes *Mekanika Kekuatan Material* (Yogyakarta: Garha Ilmu, 2014), hal 3



Gambar 2. 12 Gaya tarik aksial

b. Tegangan Tekan (*Compressive Stress*)

Apabila sepasang gaya tekan aksial mendorong suatu batang, akibatnya batang ini cenderung untuk mempendek atau menekan batang tersebut. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tekan pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.



Gambar 2. 13 Gaya tekan aksial

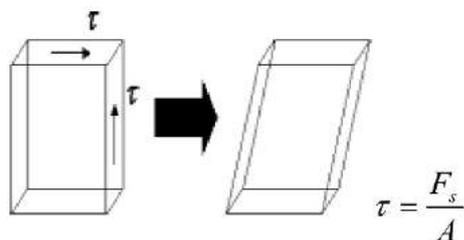
Intensitas gaya (yakni, gaya per satuan luas) disebut tegangan (*stress*) dan lazimnya ditunjukkan dengan huruf Yunani σ (*sigma*). Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi secara merata pada seluruh penampang batang, maka resultannya sama dengan intensitas σ kali luas penampang A dari batang. Selanjutnya, dari kesetimbangan benda yang diperlihatkan pada Gambar 2.13, besar resultan gayanya sama dengan beban P yang dikenakan, tetapi arahnya berlawanan. Sehingga diperoleh rumus.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana, σ = Tegangan (N/m²)
 P = Gaya aksial (N)
 A = Luas (m²)

c. Tegangan Geser (*Shearing Stress*)

Tegangan geser adalah intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas permukaan, dilambangkan dengan τ (Tau)¹¹.



Gambar 2. 14 Batang mengalami tegangan geser

d. Von Mises Stress

Teori kegagalan ini diperkenalkan oleh Huber (1904) dan kemudian disempurnakan melalui kontribusi Von Mises dan Hencky. Teori ini menyatakan bahwa *”Kegagalan diprediksi terjadi pada keadaan tegangan multiaksial bilamana energi distorsi per unit volume sama atau lebih besar dari energi distorsi per unit volume pada saat terjadinya kegagalan dalam pengujian tegangan uniaksial sederhana terhadap spesimen dari material yang sama”*

Energi regangan akibat distorsi (berkaitan dengan perubahan bentuk) per unit volume, U_d adalah energi regangan total per unit volume, U dikurangi energi regangan akibat beban hidrostatis (berkaitan dengan perubahan volume) per unit volume, U_h

$$d_h U = U - U_d$$

Tegangan efektif Von Mises (σ') didefinisikan sebagai tegangan tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang bekerja.

¹¹ Ibid,hal 7

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3}$$

atau

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_X - \sigma_Y)^2 + (\sigma_Y - \sigma_Z)^2 + (\sigma_Z - \sigma_X)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}{2}}$$

2.6 Finite Element Method (FEM)

FEM adalah singkatan dari *Finite Element Method*, dalam Bahasa Indonesia disebut Metode Elemen Hingga. Konsep paling dasar *FEM* adalah, menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi objek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Kata “*finite* atau terhingga” digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak tak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik.

Membagi bagian analisa menjadi bagian-bagian kecil disebut “*discretizing* atau diskritisasi”. Bagian-bagian kecil ini disebut elemen, yang terdiri dari titik-titik sudut (disebut nodal, atau *node*) dan daerah elemen yang terbentuk dari titik-titik tersebut. Membagi sebuah object menjadi bagian-bagian kecil secara fisika sebenarnya menuntun dalam pembuatan persamaan diferensial. Jadi secara lebih matematis, *FEM* didefinisikan sebagai teknik numerik untuk menyelesaikan problem yang dinyatakan dalam persamaan diferensial. Namun biasanya definisi *FEM* secara matematis memberikan kesan yang rumit yang sebenarnya tidak perlu. Oleh karena itu, pendekatan matematis tidak terlalu ditekankan. Meski demikian, mengingat pentingnya, ilustrasi persamaan antara *FEM* dan diferensial

- integral (kalkulus), gambaran besar cara kerja *FEM*. Secara umum langkah - langkah dalam *FEM* bisa diringkas sebagai berikut:

1. Membagi obyek analisa ke dalam elemen - elemen kecil.
2. Melakukan permodelan sederhana yang berlaku untuk setiap elemen. Misalnya dimodelkan sebagai pegas, di mana pegas ini sifatnya sederhana, yaitu tegangan berbanding lurus dengan perubahan bentuknya.
3. Membuat formula sederhana untuk setiap element tersebut. Misalnya untuk pegas berlaku hukum $f = k.x$. Di mana k adalah konstanta pegas, dan x adalah pertambahan panjang pegas. Pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut "*element stiffness matrix*" atau matriks kekakuan elemen.
4. Mengkombinasikan seluruh elemen dan membuat persamaan simulasi yang mencakup semua variabel. Untuk elemen yang dimodelkan dengan pegas, mencakup f , k , dan x dari semua elemen. Biasanya pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut "*global stiffness matrix*" atau matriks kekakuan global¹².

2.7 Faktor keamanan (Safety Factor)

Faktor Keamanan (*Safety factor*) adalah faktor yang digunakan untuk ménevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum.

Secara umum *Safety factor* dapat didefinisikan sebagai rasio tegangan maksimum dibagi tegangan kerja. Secara matetis:

¹² Infometrik, <http://www.infometrik.com/2009/07/konsep-dasar-finite-element-method/> diakses pada tanggal 5 Juni 2016.

$$Factor\ of\ safety = \frac{Maximum\ stress}{Working\ or\ design\ stress}$$

Dalam kasus seperti pada baja ringan yang berbahan ulet , di mana memiliki *Yield strength* atau tegangan luluh yang jelas, faktor keamanan keamanan dapat dihitung dengan rumus seperti ini:

$$Factor\ of\ safety = \frac{Yield\ point\ stress}{Working\ or\ design\ stress}$$

Dalam kasus material bahan besi cor yang rapuh , hasil dari uji tegangan tidak menunjukkan hasil tegangan luluh yang pasti .Oleh karena itu , faktor keselamatan dari bahan ini di dasarkan pada tegangan puncak atau tegangan ultimate.

$$Factor\ of\ safety = \frac{Ultimate\ stress}{Working\ or\ design\ stress}$$

Hubungan ini juga dapat digunakan untuk bahan ulet. Hubungan di atas untuk faktor keamanan dengan model pembebanan statis¹³.

2.8 Pemilihan Faktor Keamanan

Pemilihan faktor keamanan untuk digunakan dalam merancang setiap komponen mesin tergantung pada beberapa pertimbangan, seperti jenis material yang digunakan, proses pembuatan, model pembebanan, kondisi dilapangan dan bentuk dari komponen. Sebelum memilih faktor keselamatan, seorang design enginner harus mempertimbangkan poin-poin berikut:

1. Kekuatan material dan perubahan bentuk material saat pembebanan;
2. Keakuratan hasil uji kekuatan bahan dan penerapannya terhadap komponen yang akan dibuat;
3. Ketangguhan bahan dalam menerima beban;
4. Ketahanan saat kegagalan pembebanan;

¹³ Hutahaean,MT.,Ir.Yamses Rohanes *Mekanika Kekuatan Material* (Yogyakarta:Garha ilmu,2014),hal 25

5. Penyederhanakan asumsi;
6. Besar area yang terkena pembebanan;
7. Tingkat keamanan dalam menahan beban saat pembuatan;
8. Ketahanan terhadap kerusakan bahan saat kegagalan pembebanan; dan
9. Ketahanan terhadap perubahan bentuk saat terjadi kegagalan pembebanan

Masing-masing faktor di atas harus benar-benar dipertimbangkan dan dievaluasi. Tingginya faktor keamanan dapat mengakibatkan kegagalan pembebanan yang tidak diperlukan¹⁴.

2.9 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor adalah salah satu perangkat lunak (*Software*) *CADD* (*Computer Aided Drawing and Design*) yang berbasis gambar tiga dimensi solid. *Autodesk Inventor* dirancang untuk memenuhi kebutuhan penggambaran (*Drawing*) dan perancangan (*designing*), terutama untuk produk-produk mekanis. Sebagai perangkat lunak yang disiapkan untuk proses perancangan produk, *Autodesk Inventor* memiliki beberapa keunggulan, yakni:

- a. Kualitas gambar 3 dimensi (3D) yang sangat realistis sehingga pengguna akan benar-benar merasa sedang membuat produk yang sesungguhnya. Kondisi ini sangat membantu perancang dalam merealisasikan gagasan yang mula-mula abstrak menjadi lebih konkret.
- b. Fitur-fitur sangat lengkap sehingga memungkinkan pengguna secara leluasa, mudah dan cepat menggambar atau merealisasikan gagasannya dalam bentuk gambar 3D dari tingkat sederhana hingga kompleks.

¹⁴ Ibid, hal 25

- c. Kemampuan *editing* yang sangat luas sehingga memudahkan proses penggambaran, terutama jika diperlukan penyesuaian ukuran produk.
- d. Tersedianya ribuan jenis komponen mekanis standar sehingga pengguna tidak harus menggambar seluruh komponen yang diperlukan di dalam gambar maupun rancangannya. Pengguna dapat mengambil komponen seperti baut, *bearing*, *seal*, dan lain-lain dari *content center*.

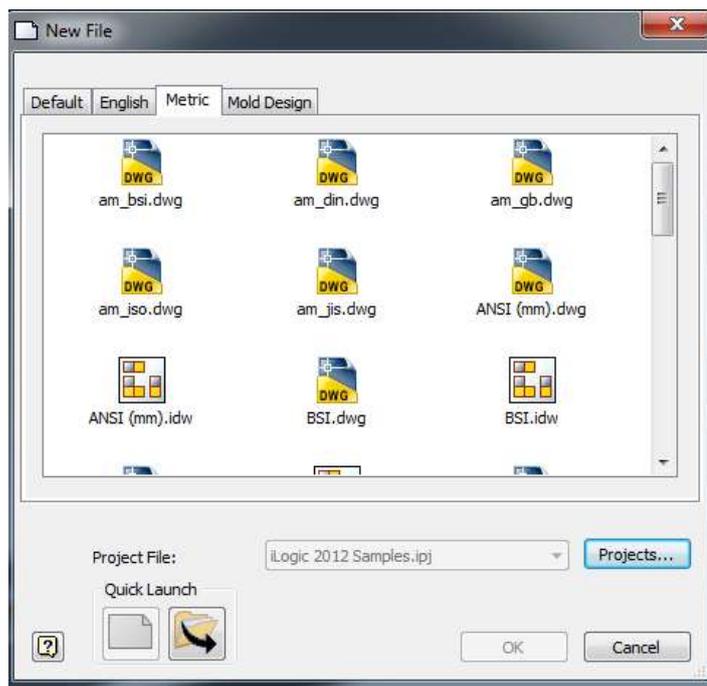
Seiring makin pesatnya perkembangan teknologi manufaktur, perkembangan metode pembuatan gambar teknik mesin menuntut kecepatan dan akurasi yang tinggi. Hal ini karena kecepatan ketersediaan gambar kerja di bengkel produksi atau pabrik sangat berpengaruh terhadap kecepatan proses produksi barang. Keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh *Autodesk Inventor* sangat relevan untuk menjawab kebutuhan dunia manufaktur produk mekanis, sehingga cukup beralasan jika *Autodesk Inventor* dipilih sebagai salah satu dalam proses pembuatan gambar teknik mesin. Dalam kaitannya dengan kemudahan dan kecepatan kerja, tampilan *Autodesk Inventor* dirancang sangat komunikatif di mana tampilan terbagi dalam bagian penting yang memudahkan pekerjaan penggambaran.

Cara kerja *Autodesk Inventor*

Cara kerja *Autodesk Inventor* mirip seperti sebuah pabrik memproduksi barang. Di dalam *Autodesk Inventor*, terdapat ruang-ruang produksi yang berbeda fungsi. Ruang produksi itu disebut dengan *template*. Ada empat jenis *template* yang masing-masing menghasilkan keluaran yang berbeda, jenis *template* ini ditandai dengan ekstensi yang berbeda, yakni *ipt*, *iam*, *ipn*, dan *idw*. Setiap kali memulai

sebuah file baru, harus didahului dengan memilih salah satu *template* sesuai jenis file yang ingin dihasilkan.

Template ini akan dimunculkan dalam bentuk kotak dialog tersebut sebagaimana diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 2. 15 New file Autodesk Inventor 2014

Berikut ini penjelasan fungsi-fungsi *template* berdasarkan ekstensi file yang dihasilkannya:

a. *Standard (.IPT)*

Standard.ipt adalah *template* yang digunakan untuk membuat model 3D yang merupakan komponen dari suatu sistem yang sedang digambar. File secara otomatis tersimpan dengan nama *part1*, *part2*, dan seterusnya. Agar nama otomatis ini tidak muncul, sebaiknya file disimpan dengan nama yang sesuai bentuk atau fungsi model 3D yang digambar. Satu file tidak boleh

berisi lebih dari satu komponen. Di dalam *template* ini, terdapat dua fungsi utama, yaitu *sketch* dan *feature*. *Sketch* adalah gambar 2D yang akan diubah menjadi 3D. Adapun *feature* adalah kumpulan-kumpulan perintah yang mengubah *sketch* menjadi model 3D.

b. *Standard (.IAM)*

Standard.iam adalah *template* yang berfungsi untuk menyusun komponen-komponen yang dihasilkan oleh *template* ipt menjadi sebuah model 3D susunan atau *assembly*. Di dalam *template* iam, terdapat tiga fungsi dasar, yakni *Place Component*, *Place from Content Center*, dan *Place Constraint*. *Place Component* berfungsi untuk memanggil komponen yang digambar pada *template* ipt. *Place from Content Center* digunakan untuk memanggil komponen-komponen standar yang ada pada *content center*. Adapun *Place Constraint* berfungsi untuk menghubungkan satu komponen dengan komponen lainnya sehingga terbentuk sebuah gambar susunan atau *assembly modeling*.

c. *Standard (.IPN)*

Standard.ipn adalah *template* yang berfungsi untuk mengurai gambar susunan (*assembly*) menjadi gambar uraian atau *exploded view* tanpa memengaruhi file aslinya. Jadi, meskipun pada *template* ini gambar *assembly* diurai, tetapi gambar *assembly* pada *template* iam tetap tidak terpengaruh. Dua fungsi utama yang ada di dalam *template* ipn adalah *Create View* yang berfungsi untuk memanggil gambar *assembly* yang akan diurai dan *Tweak Component* yang berfungsi untuk mengurai gambar *assembly* menjadi uraian yang sistematis.

d. *ISO (.IDW)*

ISO.IDW adalah *template* yang berfungsi untuk mengubah model 3D, baik itu *part*, *assembly*, maupun *exploded*, menjadi gambar pandangan. Di sinilah terminal dari seluruh pekerjaan gambar yang dilakukan, di mana model 3D akan diubah menjadi gambar kerja dan siap untuk dilakukan pencetakan.

2.10 Stress Analysis¹⁵

StressAnalysis merupakan sebuah alat yang disediakan bagi pengguna *Autodesk Inventor 2014* yang berfungsi untuk menganalisis kekuatan. Alat ini cukup mudah digunakan dan dapat membantu kita untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang harus kita keluarkan akan berkurang, *time to market* dari benda yang kita desain pun dapat dipercepat karena kita sudah mensimulasikan terlebih dahulu benda yang kita desain di komputer sebelum masuk ke proses produksi.

Keakuratan hasil analisis tergantung dari material, *restraint* (bagian yang diam), dan *loads* (beban) yang diberikan. Jadi, untuk mendapatkan hasil yang valid kita harus memastikan bahwa properti dari material yang kita berikan benar-benar mewakili material yang akan kita gunakan. Demikian pula *restraints*, *loads*, kedua hal tersebut harus mewakili kondisi kerja dari benda. *Stress* (ketegangan) atau statik analisis menghitung *displacement*, *strains* dan *stresses* berdasarkan material, *restraint*, dan *loads* yang diberikan. Sebuah material akan mengalami patah, atau berubah bentuk ketika *stress*-nya mencapai level tertentu. Setiap

¹⁵ Syaiful A. B Alchazin, Modul Training Autodesk Inventor 2012, (Bogor: LAPAN, 2011), h. 53

material memiliki tingkatan *stress* yang berbeda. *StressAnalysis* pada *Autodesk Inventor 2014* menggunakan *linearstaticAnalysis* berdasarkan *FiniteElementMethod* (FEM), untuk menghitung *stress*.

FEM adalah singkatan dari *Finite Element Method*, dalam Bahasa Indonesia disebut Metode Elemen Hingga. Konsep paling dasar *FEM* adalah, menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi objek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Kata "*finite* atau terhingga" digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak tak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan pada Lab Perancangan Prodi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta. Dengan waktu Pengerjaan Februari – Juni 2016

3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam perancangan dan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan peneliti adalah sebagai berikut :

- a. *Microsoft Office Word 2010*
- b. *Autodesk Inventor 2014*
- c. *AutoCAD 2007*
- d. *Microsoft Excel 2010*
- e. *Microsoft Visio 2010*

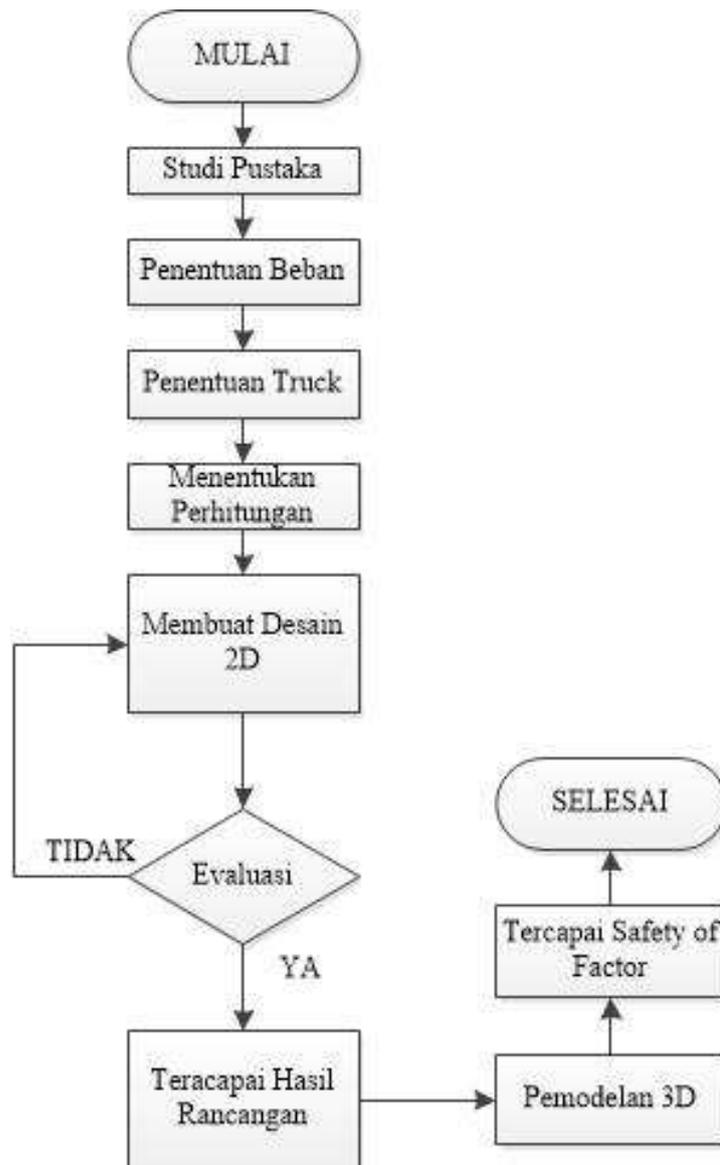
2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Komputer (Laptop)
- b. Buku dan sumber lainnya terkait *Scissors Lift*
- c. Jurnal terkait analisis dan perancangan *Scissors Lift*
- d. Kalkulator
- e. Peralatan Tulis

3.3 Diagram Alir Penelitian

Alir Penelitian merupakan tahapan yang ditempuh penulis dalam melakukan penelitian ini. Tahapan pertama yang dilakukan penulis adalah melakukan studi literature yang kemudian perencanaan ukurann ukuran *Scissors Lift* yang ingin direncanakan



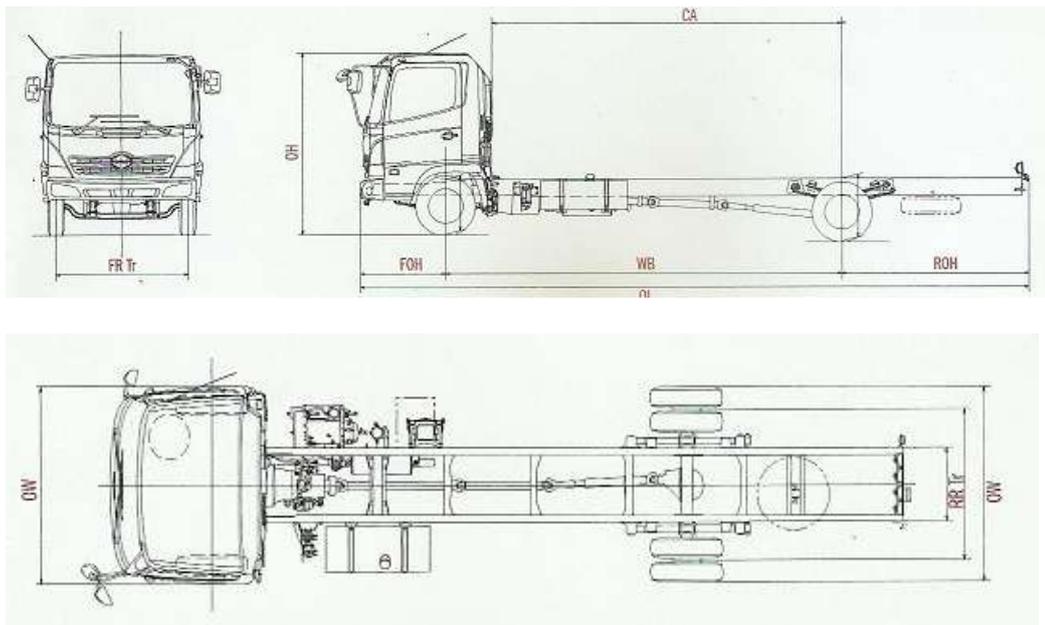
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

3.3.1 Uraian Prosedur Penelitian

1. Mengumpulkan data yang diperlukan dalam rancangan *Scissors Lift* pada sistem Garbarata Mobile.

Dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan dan mekanisme *Scissors Lift*, penulis mencari diberbagai sumber mengenai dimensi ketinggian pesawat dan juga dimensi panjang dari truck yang digunakan.

Penentuan ukuran kendaraan garbarata ditentukan menggunakan ukuran mobil truk HINO RANGER 235JP. Untuk ukuran dan bentuk tuonel,peneliti menentukan dengan merancang boksnya sesuai bentuk truk HINO RANGER 235JP.



Gambar 3. 2 Dimensi Truk Hino Ranger 235 JP

Dimensi (mm)

Jarak Sumbu Roda (WB) : 5.605

Total Panjang (OL) : 9.800

Total Lebar(OW) : 2450

Berat Chassis (kg)

Depan : 2.080

Belakang : 1.235

Berat kosong:

Total Tinggi (OH) : 2685

GVWR / GCWR : 10.400

Lebar Jejak Depan (FR Tr) : 1.920

Roda & Ban

Lebar Jejak Belakang (RR Tr): 1.845

Ukuran Rim : 16 x 6,0GS - 135

Julur Depan (FOH): 1.205

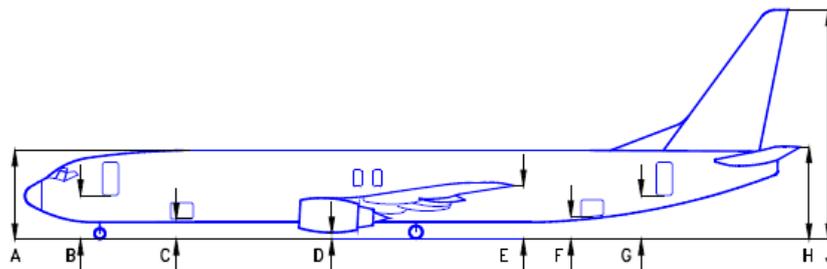
Ukuran Ban : 8,25 - 16 - 14PR

Julur Belakang (ROH): 2.089

Jumlah Ban : 6(+1)

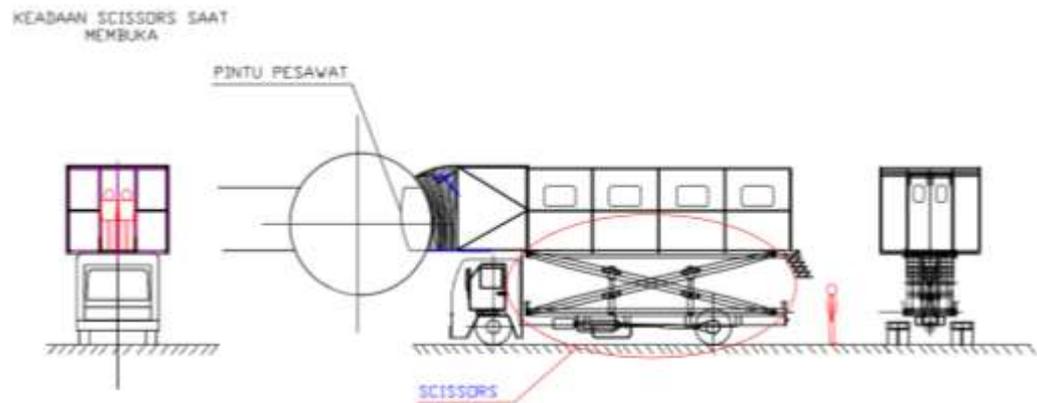
2. Membuat rancangan *Scissors Lift* dengan ketinggian yang sesuai dengan ketinggian pesawat.

Berbagai pemodelan rancangan *Scissors Lift* yang sesuai dengan hasil data yang didapat.

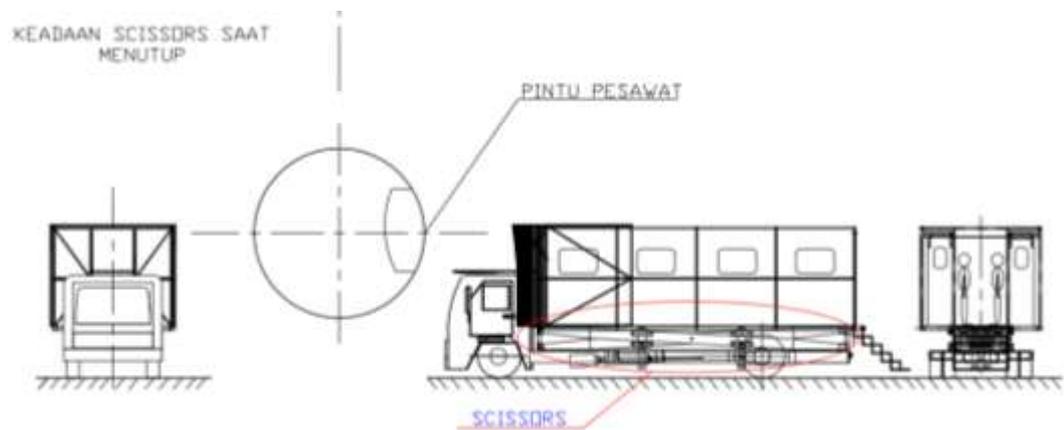


	DESCRIPTION	737-800				737-900			
		MAX (AT OEW)		MIN (AT MTW)		MAX (AT OEW)		MIN (AT MTW)	
		FT - IN	M	FT - IN	M	FT IN	M	FT IN	M
A	TOP OF FUSELAGE	18 - 3	5.56	17 - 9	5.41	18 - 4	5.59	17 - 10	5.44
B	ENTRY DOOR NO 1	9 - 0	2.74	8 - 6	2.59	9 - 0	2.74	8 - 6	2.59
C	FWD CARGO DOOR	4 - 9	1.45	4 - 3	1.30	4 - 9	1.45	4 - 3	1.30
D	ENGINE	2 - 1	0.64	1 - 7	0.48	2 - 1	0.64	1 - 7	0.48
E	WINGTIP	12 - 10	3.91	12 - 0	3.66	12 - 10	3.91	12 - 0	3.66
F	AFT CARGO DOOR	5 - 11	1.80	5 - 5	1.65	5 - 11	1.80	5 - 5	1.65
G	ENTRY DOOR NO 2	10 - 3	3.12	9 - 9	2.97	10 - 3	3.12	9 - 9	2.97
H	STABILIZER	18 - 6	5.64	18 - 0	5.49	18 - 7	5.66	18 - 1	5.51
J	VERTICAL TAIL	41 - 5	12.62	40 - 7	12.37	41 - 5	12.62	40 - 7	12.37

Gambar 3. 3 Dimensi pesawat Boeing 737-800 dan 737-900



Gambar 3. 4 Gambar 2D Scissor saat membuka



Gambar 3. 5 Gambar 2D Scissor saat menutup

3. Membuat perhitungan Analisa Gaya pada rancangan *Scissors Lift*.

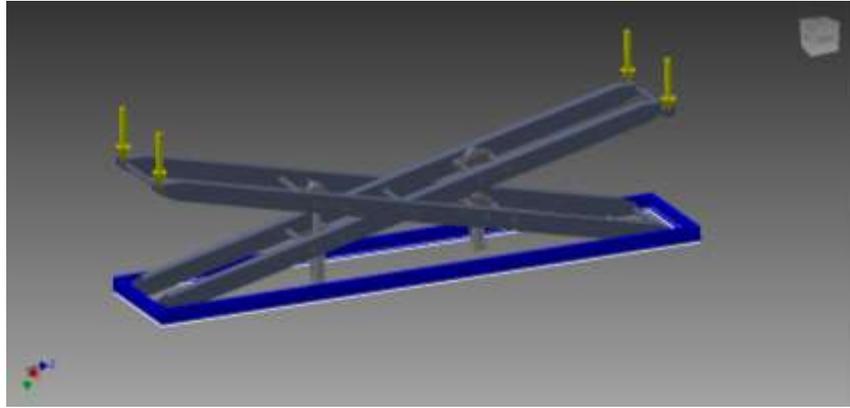
Perhitungan dilakukan agar penulis mengetahui gaya yang terjadi pada setiap komponen dapat diketahui yang selanjutnya mendapatkan perhitungan untuk mencari ketebalan batang *Scissors* dan dimensi pin sesuai dengan analisa gaya.

4. Penentuan kondisi batas, pembebanan, dan material

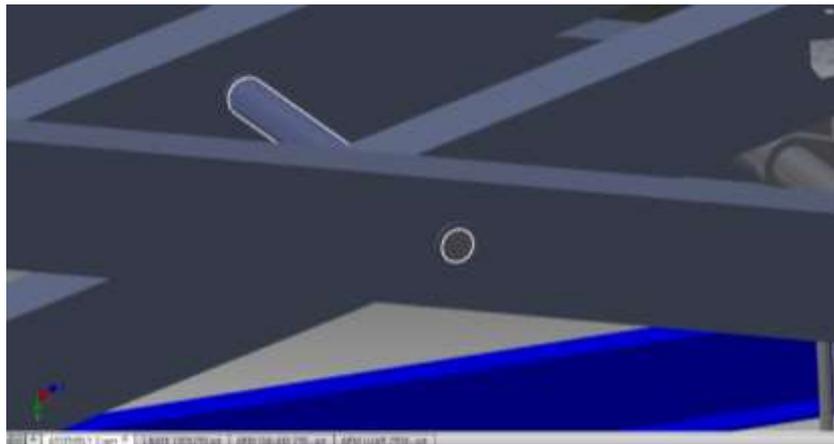
Setelah *modelling* selesai, lalu tentukan kondisi batas, pembebanan dan material di *software* dengan menggunakan *feature stress analysis*.

- a. Menentukan lokasi *Constrain* dan Pin.

Pada proses selanjutnya yaitu melakukan stress analisis, yang selanjutnya akan ditentukan letak constrain dan pin yang terjadi pada Scissors.



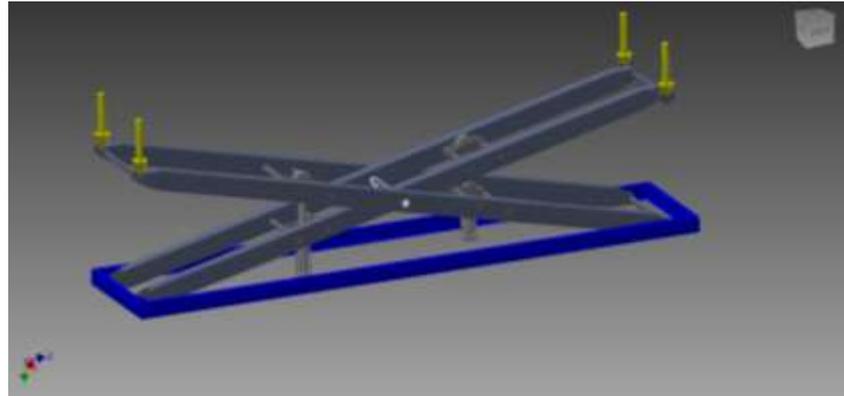
Gambar 3. 6 Letak constrain



Gambar 3. 7 Letak pin

- b. Pemberian Beban

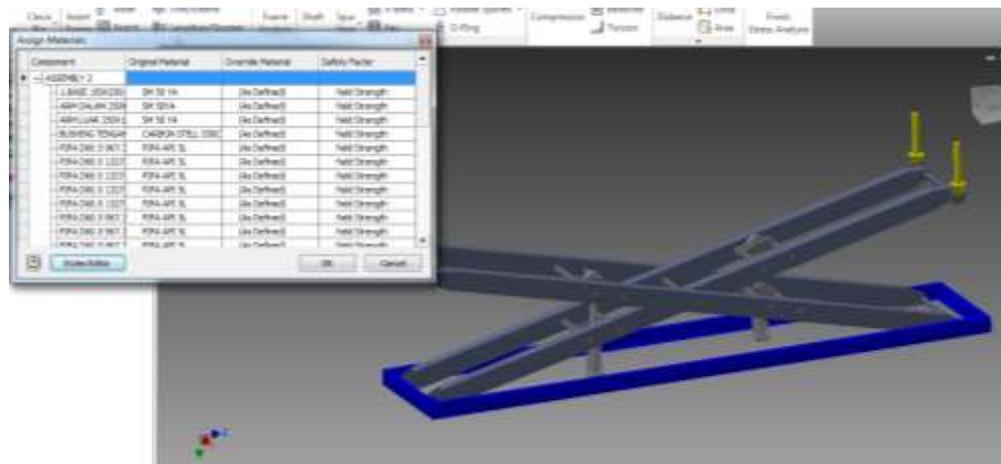
Pada input beban diseusikan dengan jumlah pembebanan yang sudah dihitung, yaitu 95925.78 N.



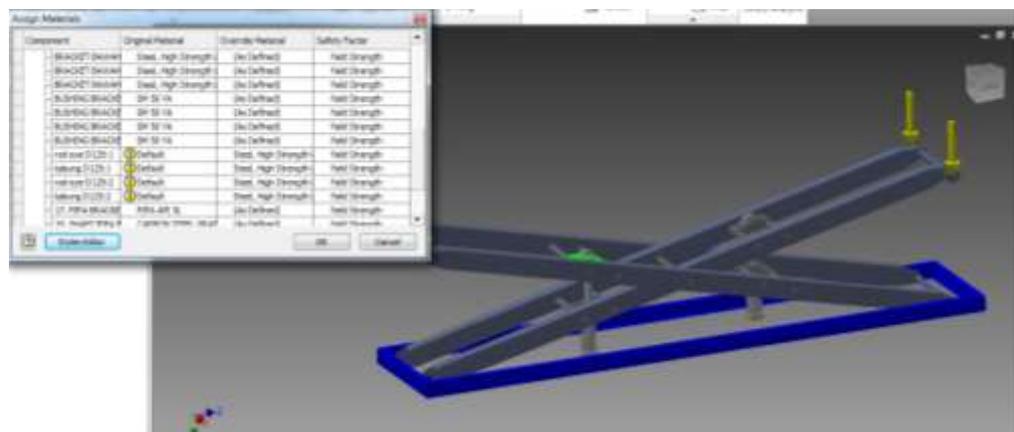
Gambar 3. 8 Letak Force

c. Pemilihan Jenis Material

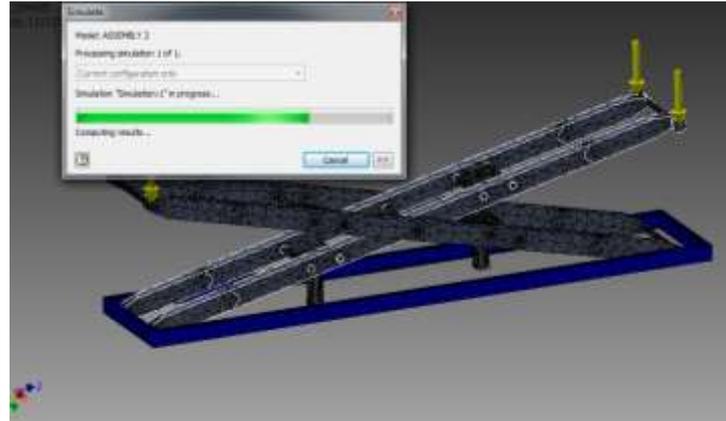
Berikut adalah jenis material yang digunakan pada stress analisis :



Gambar 3. 9 Jenis material



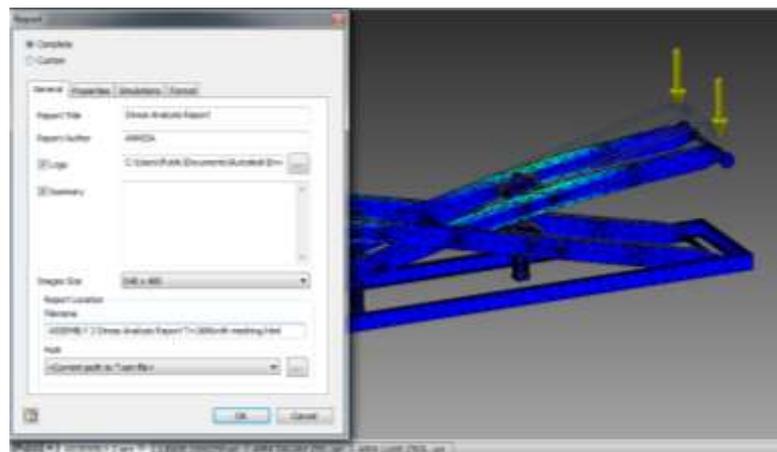
Gambar 3. 10 Jenis material



Gambar 3. 13 simulate pada Autodesk Inventor

f. Report

Setelah hasil analisis selesai, maka dilakukan Report



Gambar 3. 14 Report pada Autodesk Inventor

3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa metode yang dapat membantu dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Metode Kajian Pustaka

Penulis melakukan studi literatur dari buku, jurnal dan sumber lain yang berhubungan dengan penentuan dimensi pesawat, truck dan mekanisme *Scissors Lift*.

2. Metode Eksperimen

Penulis juga menggunakan metode eksperimen, metode eksperimen yang penulis gunakan adalah eksperimen secara komputasi, dimana penulis merancang berbagai pemodelan *Scissors Lift* pada program *Autodesk Inventor2014* agar mendapatkan ketinggian dan ukuran yang sesuai. Kemudian penulis juga melakukan analisis dengan program *Autodesk Inventor2014*.

3.4.1 Persyaratan perancangan Kendaraan Garbarata

Persyaratan kemampuan dan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh bahan pada suatu alat yang ingin dirancang. Persyaratan dalam spesifikasi dibagi dalam dua kategori, yaitu:

a. Keharusan (*demands*), D

Demands adalah syarat yang harus dimiliki dalam kondisi apapun, supaya rancangan dapat terwujud. Jika syarat ini tidak terpenuhi maka rancangan akan gagal.

b. Keinginan (*wishes*), W

Wishes adalah syarat yang dapat dipenuhi jika memungkinkan. Jika syarat ini tidak terpenuhi maka tidak selalu bermasalah dan mungkin hanya mempengaruhi sedikit sekali dalam rancangan alat.

Tabel 3.1 Daftar spesifikasi perencanaan

DAFTAR SPESIFIKASI PERENCANAAN KENDARAAN GARBARATA	
<i>Demands or Wishes</i>	Persyaratan
	Geometri
	Dimensi Scissors pada kendaraan Garbarata
D	Panjang = 7495 mm
D	Lebar = 1540 mm
D	Tinggi Scissors ketika menutup = 2500 mm
W	Tinggi Scissors ketika membuka = 1886 mm
D	Berat ± 3000 kg
	Gaya
	Jumlah beban yang diangkat scissors adalah penumpang yang memenuhi tunnel berjumlah 60 orang dan jumlah kursi 30 buah. Berat penumpang = ± 85 kg dan berat kursi = ± 16 kg. Jadi berat total adalah 7800 kgf dengan gravitasinya 9,81 m/s ²
D	Gaya yang terjadi adalah $F = m \times g = 7800 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$
D	= 76518 N
	Gaya Angin
	$Fd = \frac{1}{2} \rho C_d A V^2$
	$Fd = \frac{1}{2} \times 1,164388 \times 1,15 \times 19,15 \times 4,167^2$
	$Fd = 222,6288 \text{ N}$

	<p>Berat Total = $76518 + 222,6288 = 76740,6288$ N</p> <p>W desain = Berat Total x Fc</p> <p>W desain = $7674,6288 \times 1,25$</p> <p>W desain = $95925,786$ N</p> <p>Komponen</p> <p>Scissors mampu menahan beban yang diberikan</p> <p>Scissors mampu bergerak membuka dan menutup</p> <p>Mudah untuk melakukan <i>Maintenance</i></p>
--	---

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah membuat desain *Scissors Lift* yang sesuai dengan ukuran yang sesuai dengan ketinggian pintu masuk pesawat Boeing 737-800 menggunakan software *Autodesk Inventor*. Yang selanjutnya pada proses stress analisis penulis melakukan pada tiap tiap komponen yang nantinya akan mendapatkan plot *Von Mises Stress, Displacement* dan *Factor of Safety* di *Autodesk Inventor 2014* yang akan menentukan komponen dapat di pabrikan atau tidaknya.

3.5.1 Pembebanan pada scissors

Pada penentuan beban yang diterima scissors dilakukan asumsi penjumlahan beban yang terjadi dimana beban orang dan masa box keseluruhan dijumlah, berikut adalah perhitungan beban yang terjadi :

$$\text{Massa Orang} = 60 \times 85 \text{ kg} = 4800 \text{ kg}$$

$$\text{Massa Orang} = 60 \times 85 \text{ kg} = 3000 \text{ kg}$$

$$Total = 7800 \text{ kg}$$

$$Fd = \frac{1}{2} \rho c_d A V^2$$

$$Fd = \frac{1}{2} \times 1.164388 \times 1.15 \times 19.15 \times 4.167^2$$

$$Fd = 222.6288 \text{ N}$$

$$\text{Berat Total} = 76518 + 222.6288 = 76740.63 \text{ N}$$

$$W_{design} = \text{Berat Total} \times F_c$$

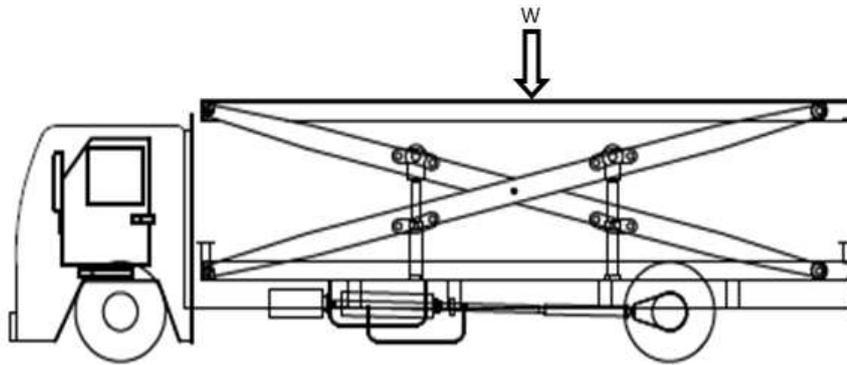
$$W_{design} = 76740.63 \times 1.25$$

$$W_{design} = 95925.78 \text{ N}$$

3.5.2 Gaya yang terjadi pada batang Scissors

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, pada *Scissors Lift* ini struktur lengan mirip dengan mekanisme gunting. Alat ini akan dipasang pada Truk, pengambilan truk penulis memilih mobil truk hino ranger dengan luasan yang akan diangkat adalah $7495 \times 1540 \text{ mm}^2$ sesuai dengan persyaratan perancangan kendaraan garbarata.

Penentuan tinggi struktur lengan *Scissors Lift* disesuaikan dengan ketinggian pintu pesawat Boeing 737-800 yang memiliki tinggi 3100mm, selain itu penentuan lengan *Scissors Lift* disesuaikan dengan *Base Scissors* dan chasis truk yang dipakai sehingga ketika lengan *Scissors* melipat tidak melebihi ukurannya.



Gambar 3. 15 *Scissors Lift*

Pada gambar tersebut, maka perhitungan beban dilakukan satu sisi saja, jadi beban yang ditumpu setengah dari berat total. Untuk menentukan gaya yang terjadi pada tiap tiap komponen diambil pada kondisi yang paling kritis, yaitu pada keadaan *Scissors Lift* melebar membentuk pola “X” menutup.

Untuk perhitungan kesetimbangan benda tegar maka sistem di sederhanakan menjadi tumpuan sendi dan rol dengan beban diletakan pada ujung batang *Scissors*. Untuk menentukan gaya yang terjadi harus dicari dahulu reaksi letak dari tiap tiap ujung batang. Dengan kondisi tersebut maka perhitungan statika pada sistem *Scissors* dapat dihitung.

Sehingga :

Beban yang akan diangkat : 95925.78 N

Ketinggian maksimum ketika *Scissors* berpola “X” : 1886mm

Panjang *Base* : 7495 mm

Lebar *Base* : 1540 mm

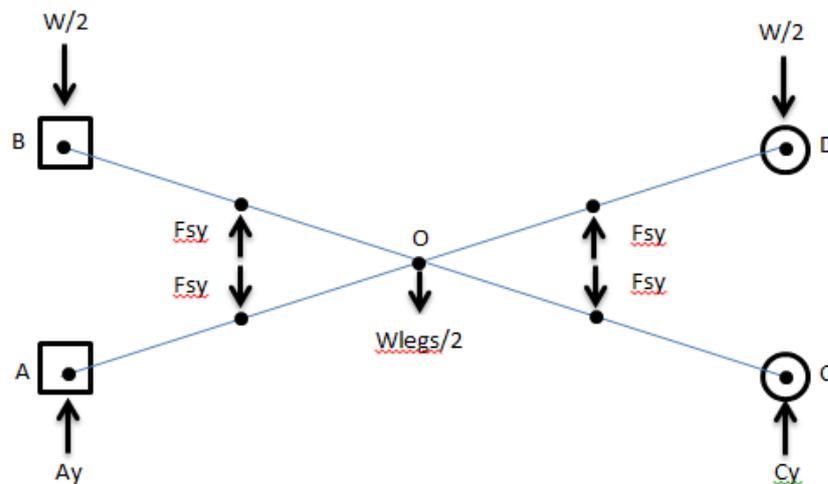
Panjang *Platform* : 7495 mm

Lebar Platform : 1540 mm

Jarak antara kedua kaki batang *Scissors* ketika maksimum : 7059mm

Sudut ketika *Scissors* maksimum : 13°

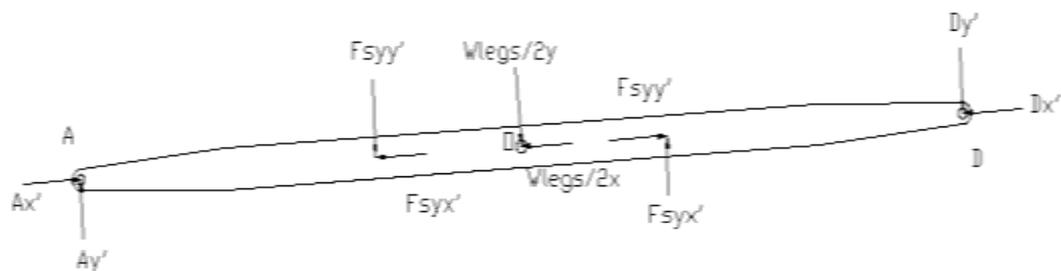
Berikut adalah perhitungan untuk mencari gaya di setiap titik :



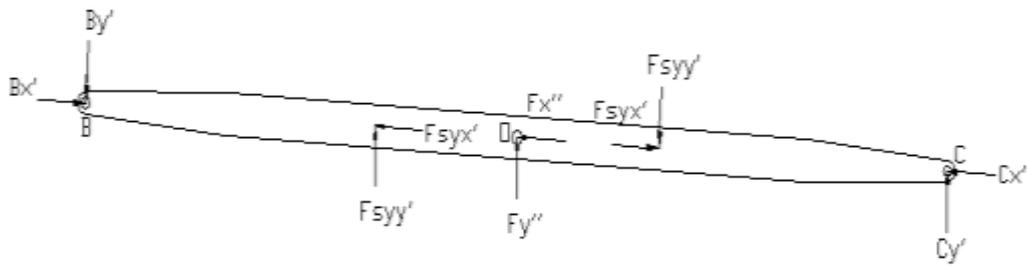
Gambar 3. 16 Free Body Diagram

Untuk mengetahui nilai dimasing masing titik pada lengan Scissors maka dilakukan perhitungan gaya yang direaksikan hidrolik yg menekan dan menarik scissors, pada pembahasan disini penulis tidak mencantumkan lagi perhitungan gaya hidrolik yang dihitung oleh penulis hidrolik sistem

Berikut gaya yang terjadi pada batang scissors akibat gaya hidrolik :



Gambar 3. 17 Freebody Diagram Lengan Pertama



Gambar 3. 18 Freebody Diagram Lengan Kedua

$$Ay' = \frac{Ay}{\cos 3^\circ} = \frac{49187,79}{0,9986} = 49255,4 \text{ N} \dots\dots\dots(1)$$

$$Ax' = Ay \cos 87^\circ = 2574,3 \text{ N} \dots\dots\dots(2)$$

$$Fsy \ y = \frac{Fsy}{\cos 3^\circ} = \frac{97365,04}{0,9986} = 97498,65 \text{ N} \dots\dots\dots(3)$$

$$Fsy \ x = Fsy \cos 87^\circ = 5095,7 \text{ N} \dots\dots\dots(4)$$

$$\frac{w}{2} \ y = \frac{\frac{w}{2}}{\cos 3^\circ} = \frac{95925,78}{0,9986} = 48028,71 \text{ N} \dots\dots\dots(5)$$

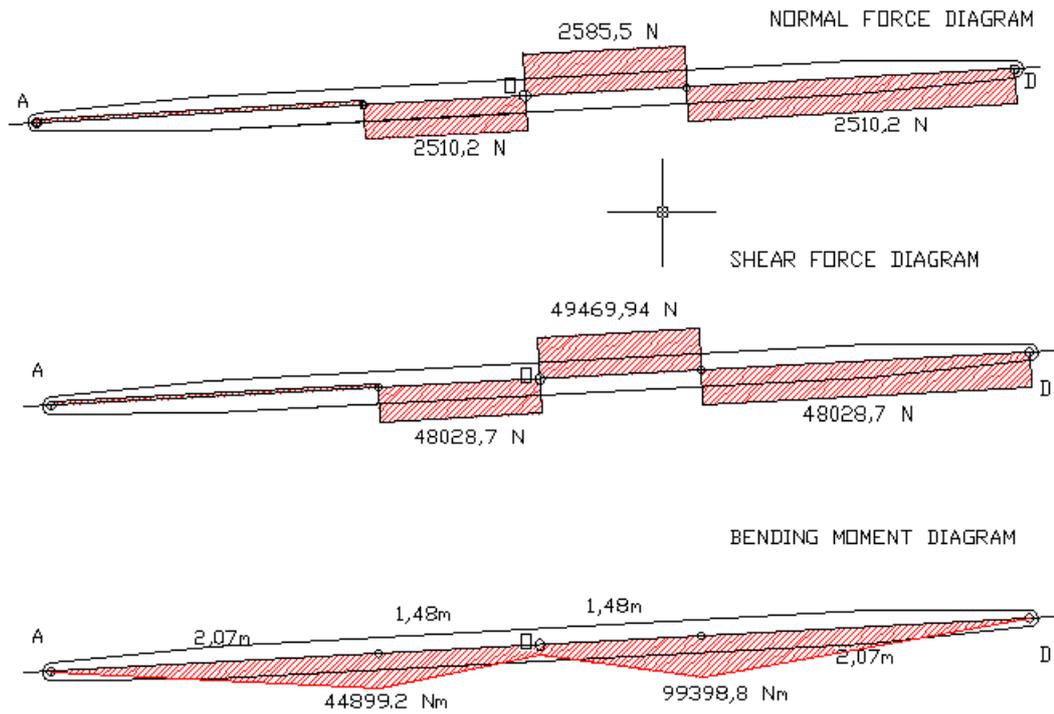
$$\frac{w}{2} \ x = \frac{w}{2} \cos 87^\circ = 2510,2 \text{ N} \dots\dots\dots(6)$$

$$\frac{w_{legs}}{2} \ y = \frac{\frac{w_{legs}}{2}}{\cos 3^\circ} = \frac{2450}{0,9986} = 1226,7 \text{ N} \dots\dots\dots(7)$$

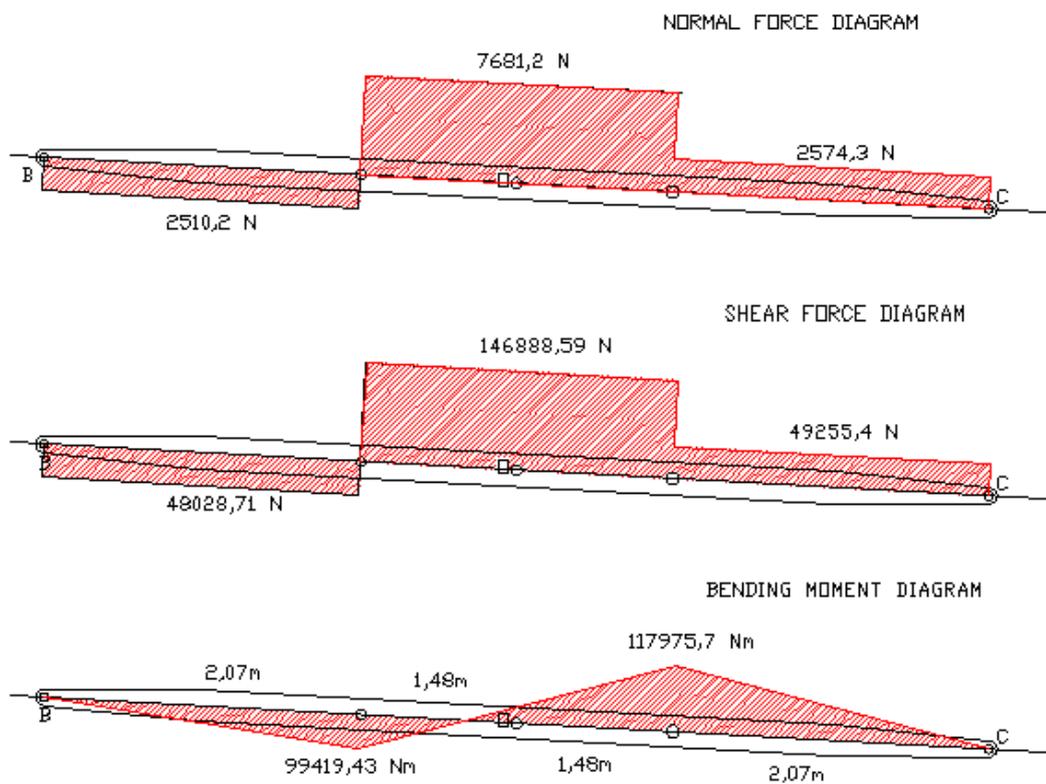
$$\frac{w_{legs}}{2} \ x = \frac{w_{legs}}{2} \cos 87^\circ = 64,11 \text{ N} \dots\dots\dots(8)$$

$$Fy'' = Fsy \ y = 97498,65 \text{ N} \dots\dots\dots(9)$$

$$Fx'' = Fsy \ x = 5095,7 \text{ N} \dots\dots\dots(10)$$



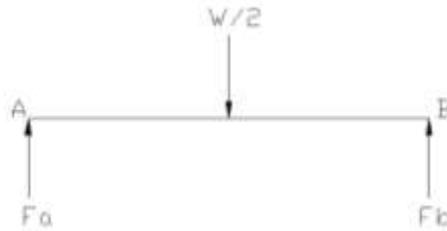
Gambar 3. 19 Diagram Lengan Pertama



Gambar 3. 20 Diagram Lengan Kedua

3.5.3 Perhitungan Sambungan

Sebelum menghitung diameter bushing yang diperlukan, dilakukan perhitungan untuk mencari gaya momen maksimal yang terjadi pada bushing tersebut.



Gambar 3. 21 Freebody Diagram pada bushing Roller

$$\sum M = 0$$

$$0 = F_b 7224,5 - \frac{W}{2} 3747,5$$

$$F_b = \frac{\frac{95925,8}{2} 3747,5}{7224,5}$$

$$F_b = 24879,4 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

$$0 = -F_a 7224,5 + \frac{W}{2} 3477$$

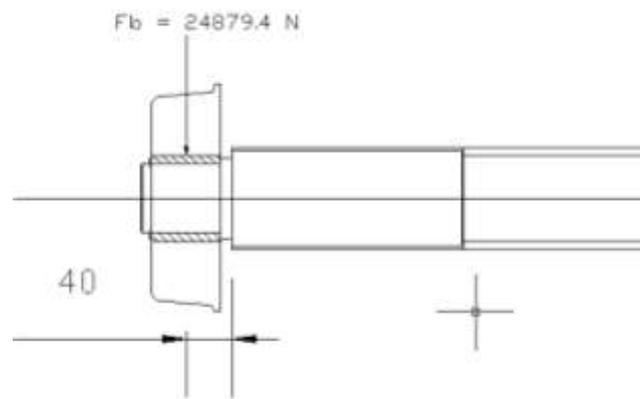
$$F_b = \frac{\frac{95925,8}{2} 3477}{7224,5}$$

$$F_b = 23083,53 \text{ N}$$

$$M = \frac{W \times L}{2}$$

$$M = \frac{24879,4 \times 20}{2}$$

$$M = 248794 \text{ N} = 25361,3 \text{ Kg/mm}^2$$



Gambar 3. 22 Gaya pada Bushing Roller

Bahan Poros S50C = $\sigma_b = 63 \text{ kg/mm}^2$

Faktor Keamanan beban statis = 6

Faktor Perkalian beban dinamis = 4

Maka $\sigma_a = \frac{63}{6 \times 4} = 2,625 \text{ kg/mm}^2$

$$M \leq \sigma_a \left(\frac{\pi d^3}{32} \right)$$

$$M \leq \sigma_a \left(\frac{\pi d^3}{32} \right)$$

$$25361,3 \leq 2,625 \left(\frac{\pi d^3}{32} \right)$$

$$d^3 \leq \frac{25361,3 \times 12,2}{\pi}$$

$$d \leq 46,2 \text{ mm}$$

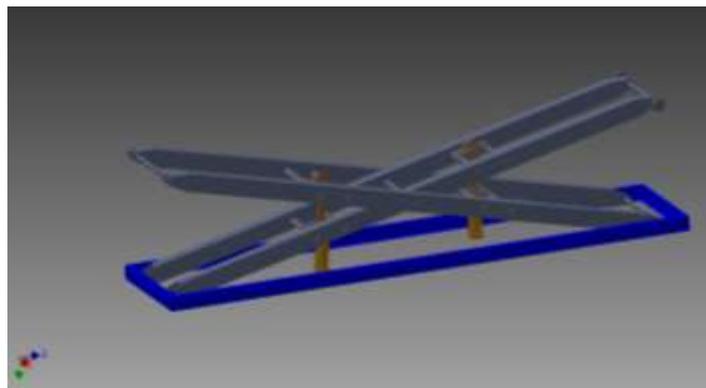
BAB IV

HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

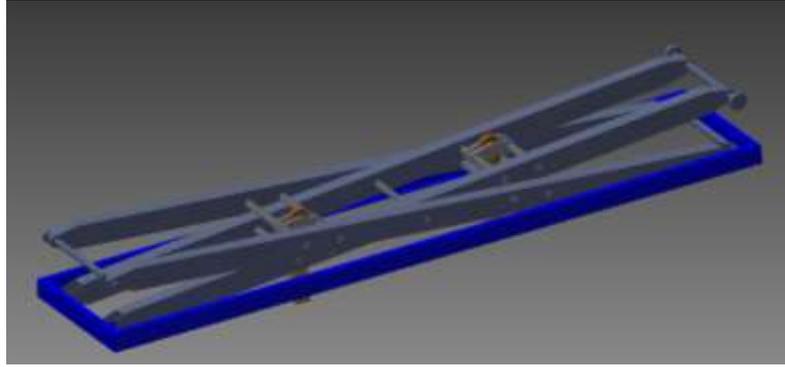
4.1 Model Desain

Scissors Lift adalah suatu alat angkut maupun pengangkat yang ketinggiannya dapat diubah-ubah sesuai dengan cara kerja mekanisme kerja gunting dan dapat berpindah tempat karena *Scissors Lift* ini dipasang pada kendaraan truk yang mobilitasnya cukup baik. *Scissors Lift* ini terdiri dari meja angkat (*Platform*), *Base*, dan rangka lengan yang bergerak dengan menggunakan tenaga hidrolik yang penggunaannya menggunakan fluida sebagai tenaga pendorong hidrolik tersebut.

Fungsi dari *Scissors Lift* ini dapat dimanfaatkan sebagai rancangan untuk Kendaraan Garbarata yang pada sistem *Scissors Lift* ini berfungsi mengangkat beban penumpang dari ketinggian awal sampai ketinggian pintu masuk pesawat sehingga para penumpang tidak berjalan atau menaiki tangga untuk sampai kedalam pesawat.



Gambar 4. 1 Model Scissors Lift Terbuka



Gambar 4. 2 Desain *Scissors Lift* Tertutup

4.2 Governing Equations

Salah satu masalah yang paling menarik dalam perencanaan adalah menghubungkan kekuatan dari suatu elemen mesin dengan tegangan dalam yang dihasilkan dari pembebanan luar. Biasanya kita hanya memiliki satu harga untuk kekuatan, seperti kekuatan batas (*yield strength*), tetapi kita bisa memiliki beberapa komponen tegangan. Berikut ini rumus persamaan untuk tegangan utama :

$$\sigma = E \varepsilon$$

Dimana :

σ = Tegangan

E = Modulus Elastisitas

ε = Regangan

4.3 Pemilihan Bahan dan Material

Material yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Material Properties SM 50 YA



Gambar 4. 4 Material Properties S50C



Gambar 4. 5 Material Properties API 5 L

4.4 Hasil Analisa Simulasi Gaya, Tegangan, dan Faktor Keamanan dengan Autodesk Inventor 2014.

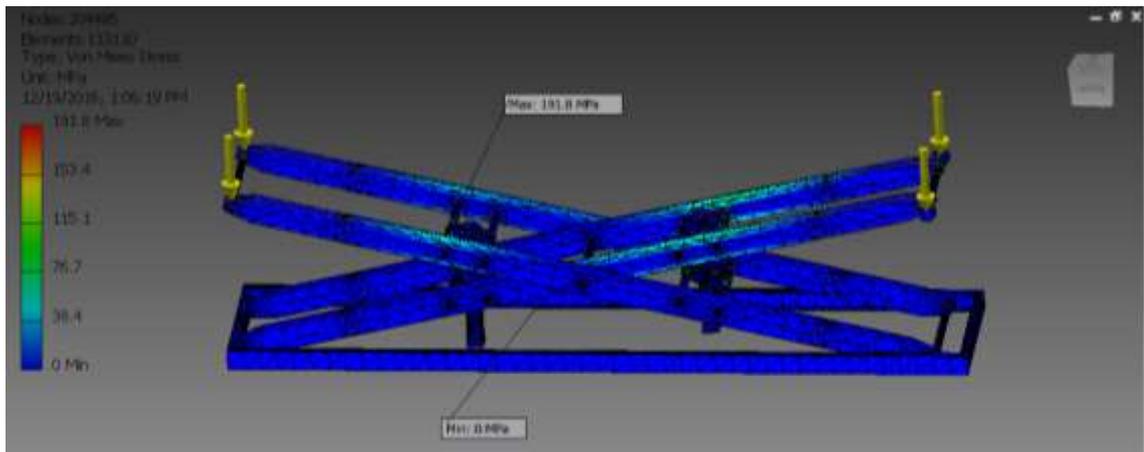
Setelah proses perhitungan desain selesai, maka dilakukannya analisis dan simulasi agar diketahui nilai minimum dan maksimum Stess von Misses, Displceasment dan dari hasil analisis tersebut bisa mengetahui koefisien Safety of Factor yang terjadi pada setiap komponen. Data hasil simulasi tersebut dapat dilihat dari Report analysis yang terdapat pada Autodesk Inventor 2014. Dari Report Analysis tersebut hasil yang lebih rinci ditampilkan.

Analisa simulasi tegangan, displacement dan Factor of safety dari batang *Scissors* dapat dihasilkan pada *Autodesk Inventor 2014 Simulation Analysis* dengan langkah langkah sebagai berikut Pilih Simulasi Analisis, pilih *Static Analysis*, Masukkan material bahan dari komponen tersebut, Tentukan *fix geometry*, masukan *force* yang diasumsikan dan *Meshing*. Jika terdapat kesalahan dalam menganalisis maka diperlukan editing sampai benar agar kondisi sebenarnya dapat dilakukan analisis statis pada struktur yang dianalisis. Dari hasil *analysis static* ini dapat diberikan tegangan maksimal, *displacement* dan *Factor of Safety* dari struktur tersebut.

Pada proses analisis *Scissors* ini, penulis membandingkan *scissors* pada posisi ketinggian *Scissors* 1868mm, 1000mm, dan 500 mm agar mendapatkan hasil yang jelas di setiap keadaan *scissors* melakukan kerja.

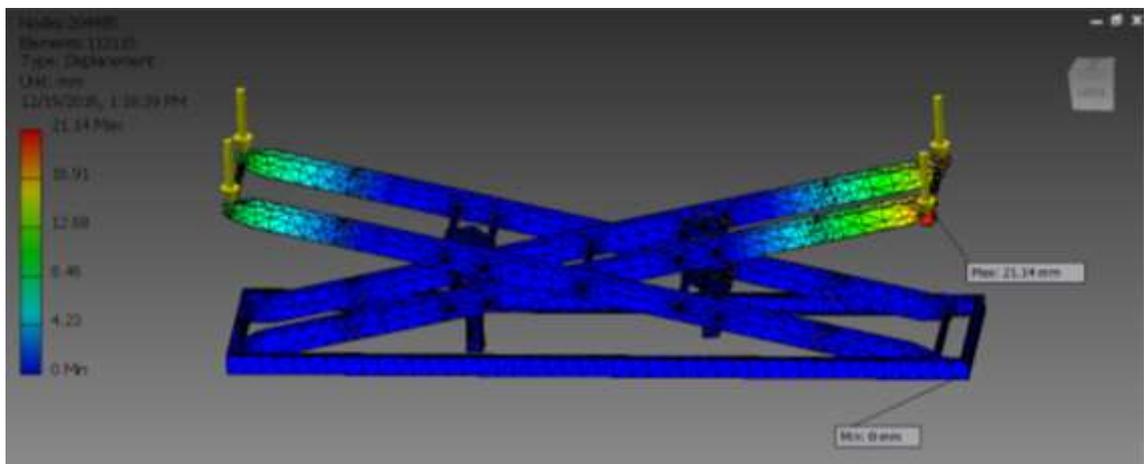
Berikut hasil analisis yang didapatkan :

4.4.1 Simulasi pada *Scissors* pada ketinggian 1868 mm.



Gambar 4. 6 von mises scissors dengan ketinggian 1868mm

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa batang *Scissors* mengalami tegangan lebih maksimal ketika dalam keadaan ketinggian 1868mm sekitar 191.8 MPa.

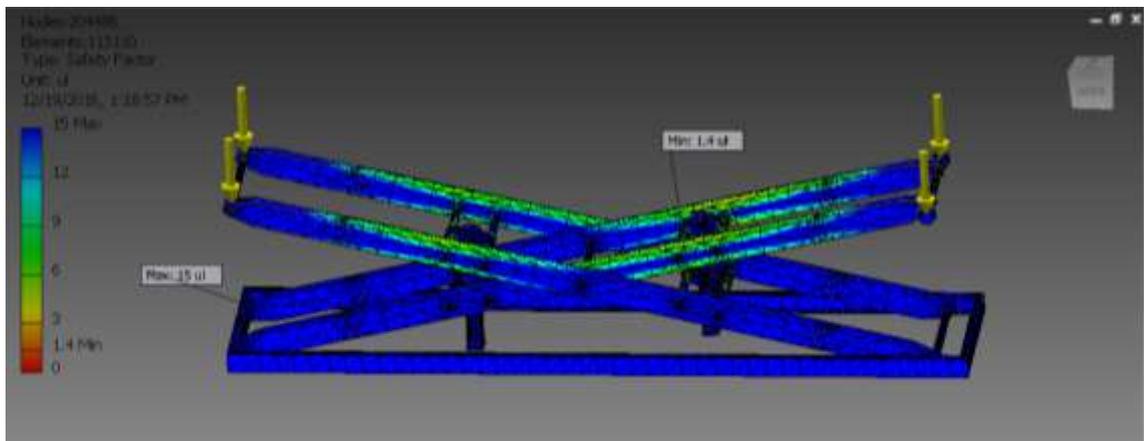


Gambar 4. 7 Displacement Scissors pada ketinggian 1868mm

Displacement merupakan pergeseran atau perpindahan yang terjadi pada material akibat pembebanan yang diberikan. Hal ini untuk membantu menjelaskan keamanan terutama umur penggunaan material dalam suatu konstruksi, dimana

semakin besar tegangan maka pergeseran pun semakin besar, maka tingkat Factor of Safety semakin kecil begitu pula sebaliknya.

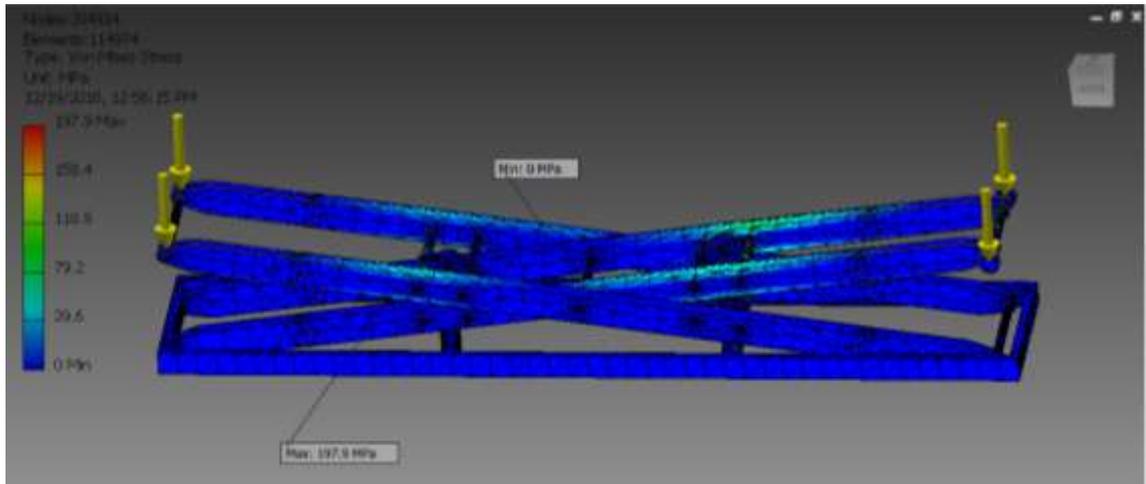
Dari gambar diatas besarnya perpindahan translasi maksimal pada deformasi gambar tersebut adalah 21,14 mm. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan bentuk yang terjadi pada batang *Scissors* adalah 21,14 mm dari bentuk awalnya yang ditunjukkan pada daerah yang berwarna merah.



Gambar 4. 8 Safety of factor scissors pada ketinggian 1868 mm

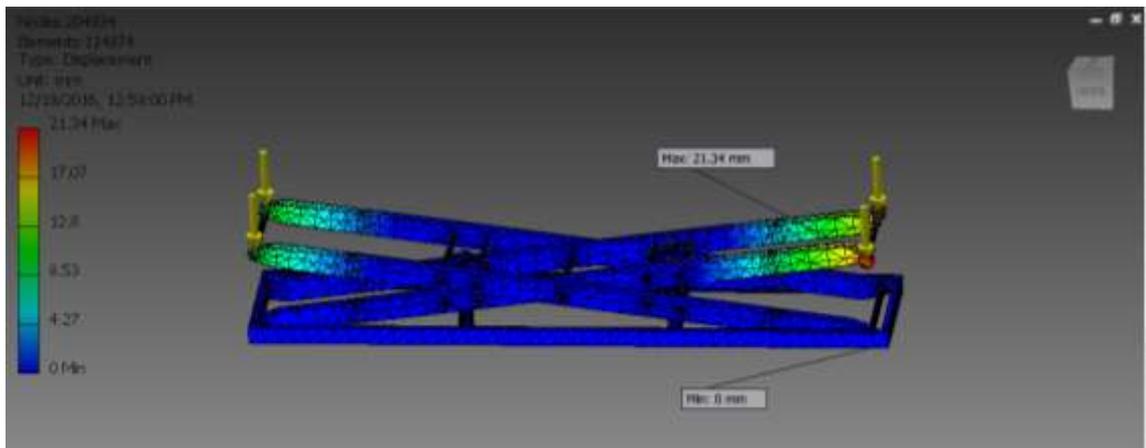
Dalam proses analisa yang terjadi pada batang *Scissors* dapat dihasilkan Factor of Safety minimum yaitu 1.4 ul pada ketinggian 1868mm.

4.4.2 Simulasi pada *Scissors* pada ketinggian 1000 mm.



Gambar 4.9 von mises scissors pada ketinggian 1000mm

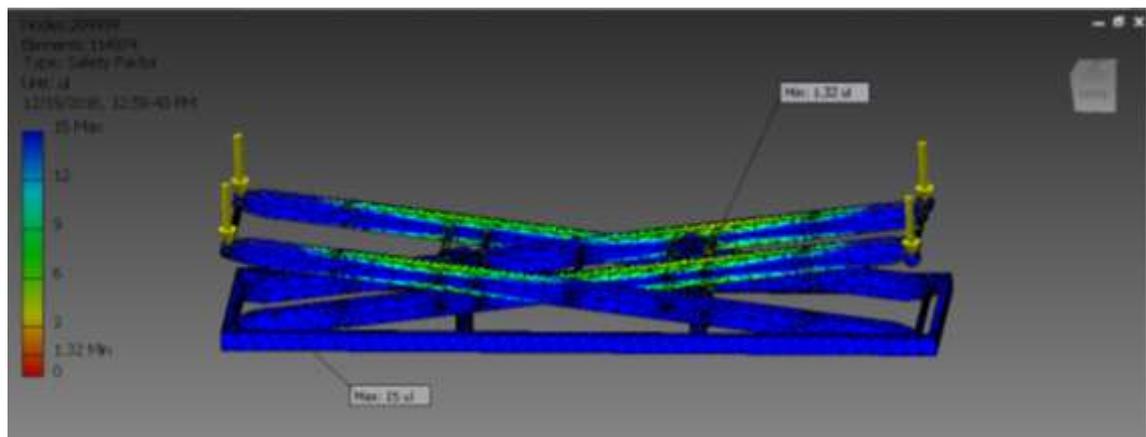
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa batang *Scissors* mengalami tegangan lebih maksimal ketika dalam keadaan ketinggian 1000mm sekitar 197.9 MPa.



Gambar 4. 10 Displacement scissors pada ketinggian 1000mm

Dari gambar diatas besarnya perpindahan translasi maksimal pada deformasi gambar tersebut adalah 21,34 mm. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan bentuk

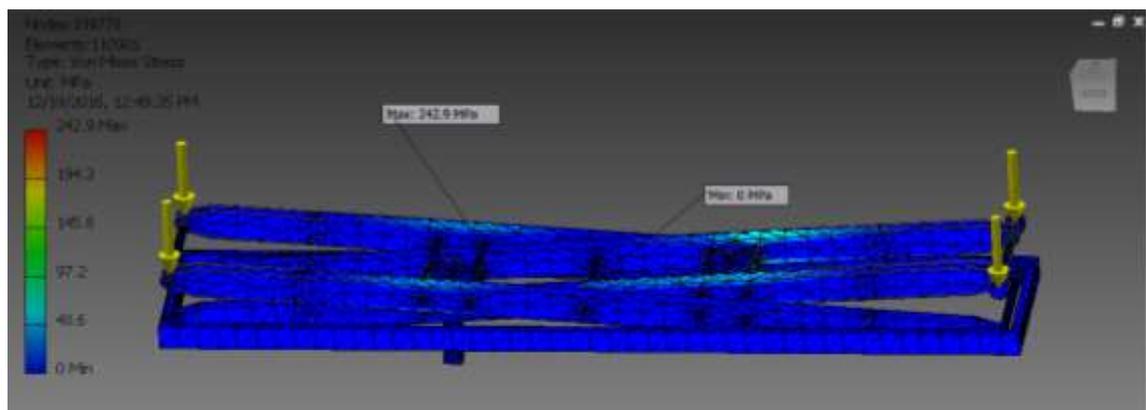
yang terjadi pada batang *Scissors* adalah 21,34 mm dari bentuk awalnya yang ditunjukkan pada daerah yang berwarna merah.



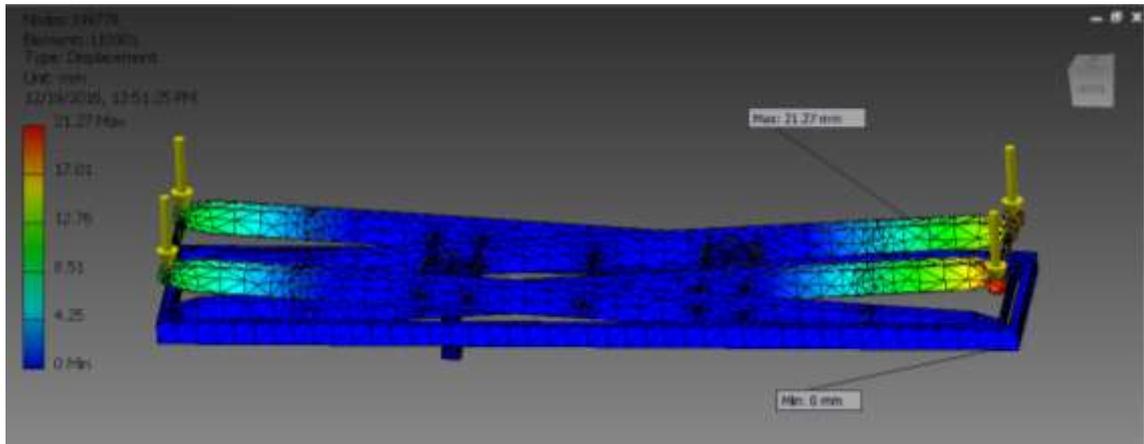
Gambar 4. 11 safety of factor scissors pada ketinggian 1000mm

Dalam proses analisa yang terjadi pada batang *Scissors* dapat dihasilkan Factor of Safety minimum yaitu 1.32 ul pada ketinggian 1000mm.

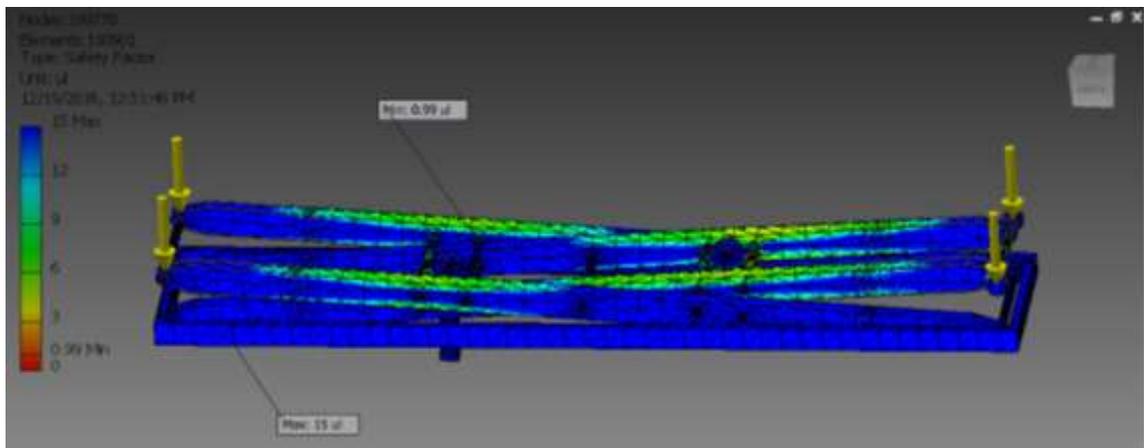
4.4.3 Simulasi pada *Scissors* pada ketinggian 500 mm.



Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa batang *Scissors* mengalami tegangan lebih maksimal ketika dalam keadaan ketinggian 500mm sekitar 242.9 MPa.



Dari gambar diatas besarnya perpindahan translasi maksimal pada deformasi gambar tersebut adalah 21,27 mm. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan bentuk yang terjadi pada batang *Scissors* adalah 21,27 mm dari bentuk awalnya yang ditunjukkan pada daerah yang berwarna merah.



Dalam proses analisa yang terjadi pada batang *Scissors* dapat dihasilkan Factor of Safety minimum yaitu 0.99 ul pada ketinggian 500mm.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis

Nama	Ketinggian (mm)	Minimum	Maksimum
Von Mises Stress (MPa)	1886	0	191.8
	1000	0	197.9
	500	0	242.9
Displacement (mm)	1886	0	21.14
	1000	0	21.34
	500	0	21.27
Factor of Safety (ul)	1886	1.4	15
	1000	1.32	15
	500	0.99	15

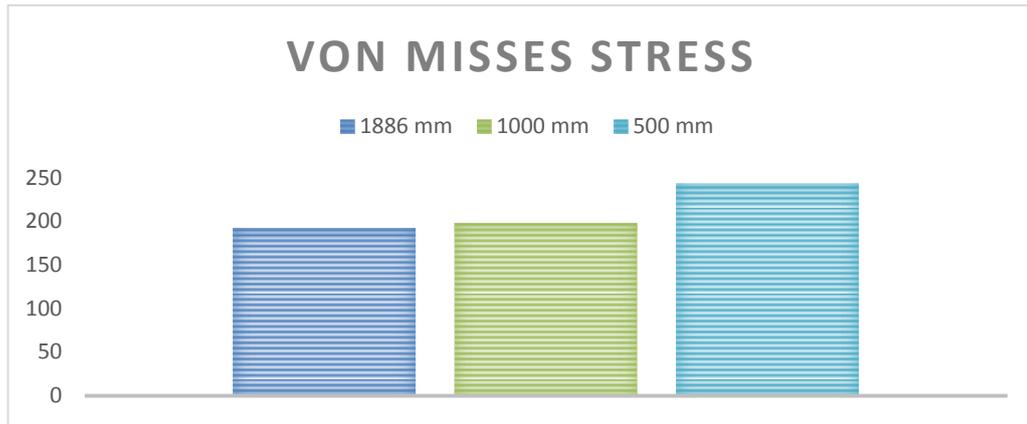
4.5 Perbandingan Hasil Penelitian

Setelah dilakukan simulasi analisis pada masing masing varian disetiap ketinggian 1886 mm, 1000 mm dan 500 mm, maka dilakukan evaluasi dari hasil von mises stress, displacement dan Factor of Safety pada masing masing varian. Berikut adalah hasil analisis keseluruhan yang dilakukan.

4.5.1 Perbandingan hasil von Mises stress

Tabel 4. 2 Hasil perbandingan von mises stress

Nama	Satuan	Ketinggian (mm)		
		1886	1000	500
Scissors	MPa	191.8	197.9	242.9



Gambar 4. 12 Perbandingan hasil von Mises Stess

Pada diagram di atas semakin besar nilai von mises stress yang didapat maka semakin besar nilai von mises stress yang didapat maka semakin besar juga kemungkinan suatu material yang di uji untuk terjadi kegagalan pada hasil pengujian ini. Seperti yang dilihat bahwa Von mises Stress yang paling besar adalah pada scissors keadaan menutup.

4.5.2 Perbandingan hasil Displacement

Tabel 4. 3 Hasil perbandingan Displacement

Nama	Satuan	Ketinggian (mm)		
		1886	1000	500
Scissors	mm	21.14	21.34	21.27

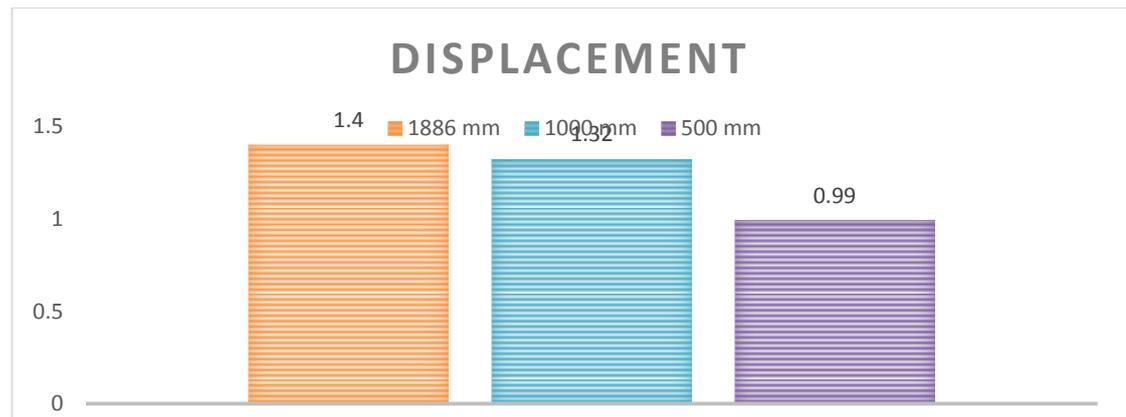


Gambar 4. 13 Perbandingan hasil Displacement

4.5.3 Perbandingan hasil Safety of Factor

Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Safety of Factor

Nama	Satuan	Ketinggian (mm)		
		1886	1000	500
Scissors	ul	1.4	1.32	0.99



Gambar 4. 14 Perbandingan hasil Safety of Factor

Pada hasil analisis yang dihasilkan masih jauh dibawah standar yaitu 5,13 ul menurut standar ANSI MH29.1(Ecoalifts.com 2016). Hal ini terjadi akibat sambungan dan pada pipa yang mengalami tegangan yang besar. Diperlukannya perbaikan lebih lanjut agar mencapai hasil yang sesuai.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang penulis susun pada bab-bab sebelumnya, penelitian yang berjudul **“Perancangan Scissors Lift pada Kendaraan Garbarata”** dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perancangan *Scissors Lift* sesuai dengan perencanaan yaitu dengan panjang 7695 mm dan lebar 1540 mm.
2. Hasil pemodelan di Autodesk Inventor sesuai, scissors lift dapat bergerak naik dan turun sesuai simulasinya.
3. Dengan beban 95925.786 N , Safety of Factor masih dibawah standar yaitu seharusnya minimal 5.13.
4. Base dengan sangat baik mampu menerima beban tersebut yaitu dengan safety of factor 15 ul.

5.2 Saran

Di dalam penganalisaan suatu struktur dengan menggunakan perangkat lunak komputer, khususnya Autodesk Inventor 2014 terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih baik, yaitu :

1. Dalam menganalisis, diperlukan software CAE (Computer Aided Engineering) agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Dalam pemilihan bahan sangat diperlukan desain yang sangat matang, dipelukkannya jenis besi yang digunakan bisa di buat lebih besar atau

jenis material yang lebih kuat agar mencapai hasil safety of factor yang sesuai standar.

3. Perlunya desain sambungan yang benar, agar tidak terjadi titik kritis yang banyak terjadi di sambungan.
4. Diperlukannya perbandingan hasil analisis software dengan analisis manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhatt, Jaydeep M. "Design and Analysis of an Aerial Scissors Lift." *Journal of Information, Knowledge and Research in Mechanical Engineering*, 2013.
- Hibbeler, R. C. *Statics*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2013.
- Khurmi, R.S. *Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (Pvt.) LTD, 1982.
- Olenin, Georgy. "Design of hydraulic scissors lifting platform." *Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology Thesis*, 2016.



RIWAYAT HIDUP

Annisa Nurul Hidayah dilahirkan di Jakarta 18 September 1994. Putri pertama dari 4 bersaudara pasangan Bapak Hidayat dan Ibu Sumiati. Tinggal di jalan Inspeksi Kali Sunter No. 26 RT002/04 Kelapa Gading Barat, Jakarta Utara 14240.

Riwayat pendidikan penulis adalah SD Negeri 01 Kelapa Gading Barat Tahun 2002-2007, SMP Negeri 123 Jakarta Utara Tahun 2007-2009, SMA Negeri 72 Jakarta Tahun 2009-2012, dan Universitas Negeri Jakarta Fakultas Teknik Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.