

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN ANALISA STATIK PADA *CHASSIS*  
*PROTOTYPE* MOBIL LISTRIK HEMAT ENERGI  
“ULEEBALANG TEUKU UMAR MUDA”**

*Diajukan Sebagai Untuk Memenuhi Syarat Yang Diperlukan Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)*

Disusun Oleh

**FARISA**

NIM.1905903010016

Bidang Studi: Teknik Desain Sistem Mekanikal



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
TAHUN 2023**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59

Laman: [www.utu.ac.id](http://www.utu.ac.id), email: [teknikmesin@utu.ac.id](mailto:teknikmesin@utu.ac.id)

**LEMBARAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini dengan judul “Perancangan dan Analisa Statik Pada *Chassis Prototype* Mobil Listrik Hemat Energi “Uleebalang Teuku Umar Muda”, disusun oleh:

Nama : Farisa  
NIM : 1905903010016  
Bidang Studi : Teknik Desain Sistem Mekanikal  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk diseminarkan pada hari Kamis tanggal 2 Maret 2023 dan dinyatakan LULUS serta dapat melanjutkan pada Sidang Tugas Akhir, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Meulaboh, 1 Maret 2023

Disetujui,

Pembimbing,

Ir. Sulaiman Ali, S.T., M.T.  
NIDN. 0006078302

Mengetahui  
Ketua Program Studi,

Ir. Maldi Saputra, S.T., M.T.  
NIP. 198105072015041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59

Laman: [www.utu.ac.id](http://www.utu.ac.id), email: [teknikmesin@utu.ac.id](mailto:teknikmesin@utu.ac.id)

**LEMBARAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini dengan judul Perancangan dan Analisa Statik Pada *Chassis Prototype* Mobil Listrik Hemat Energi “Uleebalang Teuku Umar Muda”, disusun oleh:

Nama : Farisa  
NIM : 1905903010016  
Bidang Studi : Teknik Desain Sistem Mekanikal  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk disidangkan pada hari Kamis Tanggal 8 Juni 2023, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Meulaboh, 5 Juni 2023

Disetujui,

Pembimbing,

Ir. Sulaiman Ali, S.T., M.T.  
NIDN. 0006078302

Mengetahui  
Ketua Program Studi,

Ir. Majdi Saputra, S.T., M.T.  
NIP. 198105072015041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59  
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

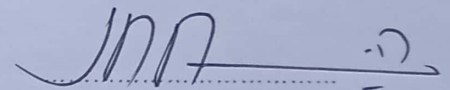
**LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI**

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 8 Juni 2023.

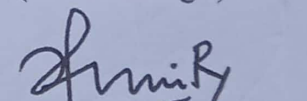
Nama : Farisa  
NIM : 1905903010016  
Bidang Studi : Teknik Desain Sistem Mekanikal  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : Perancangan dan Analisa Statik Pada *Chassis Prototype* Mobil Listrik Hemat Energi "Uleebalang Teuku Umar Muda"

Meulaboh, 8 Juni 2023  
Disetujui oleh,

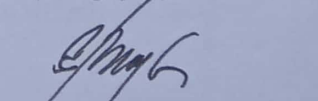
1. Ir. Sulaiman Ali, S.T., M.T  
NIDN. 0006078302

  
.....  
(Pembimbing I)

2. Al Munawir, S.Si., M.Sc  
NIP. 198511022019031009

  
.....  
(Penguji I)

3. Syurkarni Ali, S.T., M.T  
NIP. 197512152018011901

  
.....  
(Penguji II)

Mengetahui,  
Ketua Program Studi,

  
.....  
Ir. Maldi Saputra, S.T., M.T.  
NIP. 198105072015041002





## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farisa  
Tempat/Tanggal Lahir : Lhok Aman/01 Januari 2001  
NIK : 1101054101010003  
NIM : 1905903010016  
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Analisa Statik Pada *Chassis Prototype* Mobil Listrik Hemat Energi “Uleebalang Teuku Umar Muda”

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan tugas akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli karya tulis saya sendiri, baik dari naskah tulisan, maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari tugas akhir ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Teuku Umar.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa adanya paksaan dari siapapun.

Meulaboh, 08 Juni 2023  
Hormat Saya,



*Farisa*

**FARISA**  
NIM.1905903010016

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Yang utama dan paling Utama Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang Mu telah memberikanku kekuatan, Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW*

*Sebuah langkah usai sudah, Satu cita telah ku gapai, Namun...  
Itu bukan akhir dari perjalanan, Melainkan awal dari satu perjuangan. Hari takkan indah tanpa mentari dan rembulan, begitu juga hidup takkan indah tanpa tujuan, harapan serta tantangan. Meski terasa berat, namun manisnya hidup justru akan terasa, apabila semuanya terlalui dengan baik, meski harus memerlukan pengorbanan  
Kupersembahkan karya tulis sederhana ini,  
kepada semua orang yang sangat ku kasih dan ku sayangi*

*Ayahanda Tercinta (Baswi)*

*Ibunda Tercinta (Zul Kaedah)*

*Ayah... Ibu... kalian adalah cahaya hidupku yang senantiasa ada saat suka maupun duka, selalu setia mendampingi, saat kulemah tak berdaya, yang selalu memanjatkan do'a kepada putra Mu tercinta dalam setiap sujudnya. Petuahmu tuntunkan jalanku, Pelukmu berkahi hidupku, diantara perjuangan dan tetesan do'a malam mu merangkul diriku, menuju hari depan yang cerah. Selembut hatimu Ibu, searif arahanmu Ayah, kalian hadirkan keridhaan untukku, hingga diriku kini telah selesai dalam studi sarjana. Mungkin tak dapat selalu terucap, namun hati ini selalu bicara, sungguh ku sangat sayang dan cinta kalian. Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya sederhana ini kepada Ibu dan Ayahanda yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan.*

*Terima Kasih Banyak Ibu.. Terima Kasih Banyak Ayah....*

*Untuk, Abangku Azwiadi, Kakakku Selfiana, Adekku Rena Sartika*

*Yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan doanya.*

*Bapak Ir. Sulaiman Ali. S.T, M.T*

*Selaku pembimbing Skripsi, terima kasih banyak.. bapak., yang selalu sabar membimbing penulisan Tugas Akhir ini. Bapak bukan hanya sebagai dosen melainkan orangtua yang terbaik dalam menuntun menasehati dan mengarahkan untuk jalan hidupku. Do'a yang tak pernah henti untuk bapak agar selalu diberi kesehatan, kebaikan, dan kebahagiaan.*

*Terimakasih Bapak*

*Farisa*

## KATA PENGANTAR



### **Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Alhamdulillahrabbi'l'alamin Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Perancangan dan Analisa Statik Pada Chassis Prototype Mobil Listrik Hemat Energi “Uleebalang Teuku Umar Muda”**

Dalam proses penulisan tugas akhir ini banyak hambatan yang menimbulkan kesulitan bagi penulis, dan penulis telah berusaha semaksimal mungkin dengan segala kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Selanjutnya terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, membantu, dan memotivasi serta iringan do'a yang ikhlas dan penuh kasih bagi penulis dalam menyusun tugas akhir ini, terutama pada :

1. Ayahanda dan Ibunda yang telah mendidik, merawat, membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis selama penyelesaian penulisan tugas akhir ini.
2. Segenap Keluarga besar yang telah mendoakan, menyemangati dan membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini
3. Bapak Dr. Ir. Irwansyah, S.T., M.Eng., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar
4. Bapak Ir. Sulaiman Ali, ST., MT selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing Penulis sehingga terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.



5. Bapak Al Munawir, S.Si., M.Sc selaku Dosen Penguji 1 dan Dosen pembimbing akademik penulis yang telah memberikan banyak masukan, arahan dan semangat memotivasi Penulis dalam perkuliahan.
6. Bapak Syurkarni Ali, S.T., M.T Selaku Dosen Penguji 2 penulis yang telah memberikan banyak masukan, arahan dan semangat memotivasi Penulis
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.
8. Serta teman-teman mahasiswa Universitas Teuku Umar khususnya kepada teman-teman Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan banyak dukungan, bantuan, dan motivasi kepada penulis. Semoga kita semua dapat menyelesaikan studi kita bersama-sama.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan penulisan.

Semoga penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat serta dapat dijadikan tambahan maupun acuan bagi pembaca.

**Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Meulaboh, 30 Mei 2023

Farisa

**PERANCANGAN DAN ANALISA STATIK PADA CHASSIS PROTOTYPE  
MOBIL LISTRIK HEMAT ENERGI  
“ULEEBALANG TEUKU UMAR MUDA”**

Farisa

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

Email: farisalhokaman@gmail.com

**ABSTRAK**

*Chassis* merupakan suatu bagian penting pada mobil yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan kendaraan semuanya ditempatkan di atas rangka. Dalam perancangan desain dan analisa statik pada *chassis* sendiri banyak aspek yang harus diperhatikan, seperti pemilihan jenis *chassis*, pemilihan material serta proses pengerjaan desain dan analisa *Chassis* tersebut. Penelitian dilakukan dengan memperhatikan kekuatan dari *chassis*, dan beban *chassis*, karena *chassis* merupakan bagian paling berpengaruh pada kendaraan dibandingkan dengan komponen kendaraan yang lain. *Chassis* yang dirancang dalam penelitian ini yaitu *Chassis* kendaraan *prototype* mobil listrik hemat energi jenis *chassis* ladder frame dengan bahan utama *aluminium square hollow* jenis AA 1060 Alloy yang panjangnya 270 cm dan lebar 40 Cm. Hasil simulasi pembebanan statik menggunakan *Software Solidwork* diperoleh *von mises stress* yang terjadi pada rangka *prototype* mobil listrik dengan nilai maksimum 8,917 N/m<sup>2</sup> dan beban minimal 3,587N/m<sup>2</sup>, nilai displacement maksimum yang terjadi pada rangka sebesar 0,321 mm dan nilai minimumnya 0. Hasil nilai *safety factor* maksimum pada rangka terjadi yaitu sebesar 7,687 ditandai dengan warna biru dan nilai *safety factor* minimum terdapat pada bagian tengah rangka yaitu sebesar 3,092 yang ditandai dengan warna merah.

**Kata Kunci:** Beban statis, *chassis*, mobil listrik, simulasi, *prototype*.

**DESIGN AND STATIC ANALYSIS OF CAR PROTOTYPE CHASSIS  
ENERGY SAVING ELECTRICITY  
“ULEEBALANG TEUKU UMAR MUDA”**

Farisa

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Teuku Umar  
University

Email: farisalhokaman@gmail.com

**ABSTRACT**

*Chassis is an important part of a car that must have a strong construction to hold or carry the weight of the vehicle. All loads in the vehicle including passengers, engine, steering system and all vehicle equipment are all placed on the frame. In designing the design and static analysis of the chassis itself, there are many aspects that must be considered, such as the selection of the type of chassis, the selection of materials and the process of working on the design and analysis of the chassis. The research was carried out by paying attention to the strength of the chassis and chassis load, because the chassis is the most influential part of the vehicle compared to other vehicle components. The chassis designed in this study is the energy-efficient electric car prototype chassis type ladder frame chassis with the main material being aluminum square hollow type AA 1060 Alloy which is 270 cm long and 40 cm wide. The results of the static loading simulation using Silidwork Software obtained the von Mises stress that occurs on the electric car prototype frame with a maximum value of 8.917 N/ m<sup>2</sup> and a minimum load of 3.587N/ m<sup>2</sup> , the maximum displacement value that occurs on the frame is 0.321 mm and the minimum value is 0. The results of the value The maximum safety factor in the frame occurs which is 7.687 marked in blue and the minimum safety factor value is in the middle of the frame which is 3.092 which is marked in red.*

**Keywords:** *Static load, chassis, electric car, simulation, prototyp*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 <i>Chassis</i> .....	8
2.3 Konsep Tegangan Regangan .....	17
2.3.1 Tegangan .....	17
2.3.2 Regangan .....	18
2.3.3 Deformasi .....	19
2.3.4 Teori Von Misses .....	20
2.3.5 Faktor Keamanan .....	21
2.3.6 Rasio Tegangan .....	23
2.3.7 Tumpuan .....	24



<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
3.2 Tahapan Penelitian .....	29
3.2.1 Studi Literatur .....	29
3.2.2 Tahap Persiapan .....	29
3.2.3 Tahap Desain .....	29
3.3 Perencanaan Desain .....	30
3.4 Pemberian Beban dan Tumpuan Rangka .....	30
3.5 Proses <i>Meshing</i> .....	32
3.6 Proses Analisa Tegangan Rangka .....	33
3.7 Peralatan Penelitian .....	36
3.8 Flowchart Penelitian .....	37
3.9 Jadwal Kegiatan .....	38
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil Perancangan Rangka.....	39
4.2 Hasil Pemilihan Material .....	41
4.3 Hasil <i>Stress Analysis</i> Rangka .....	42
4.4 Hasil Perhitungan Beban Rangka .....	48
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN DATA SIMULASI</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Safety Factor</i> dari rangka mobil listrik .....	5
Gambar 2.2 <i>Stress</i> pada <i>frame</i> gokart ketiga.....	6
Gambar 2.3. Hasil FEM (a) tekanan von Mises (b) daerah tegangan von misses tertinggi (c) <i>deformation</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>Ladder Fram</i> .....	13
Gambar 2.5 <i>Ladder Frame</i> dengan palang X.....	14
Gambar 2.6 <i>Tubular Space Frame</i> .....	14
Gambar 2.7 <i>Chassis Monocoque</i> .....	15
Gambar 2.8 <i>Chassis Backbone</i> .....	16
Gambar 2.9 <i>Aluminium Chassis Frame</i> .....	17
Gambar 2.10 Diagram Tegangan Regangan. ....	18
Gambar 2.11 Tegangan statis. ....	24
Gambar 2.12 Pembebanan Pada Roda .....	25
Gambar 2.13 Pemodelan tumpuan jepit .....	26
Gambar 2.14 Pemodelan tumpuan sendi.....	26
Gambar 2.15 Pemodelan tumpuan rol.....	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian yang akan dilaksanakan .....	28
Gambar 3.2 Desain <i>Chassis prototype</i> mobil listrik .....	30
Gambar 3.3 <i>Fix constraint</i> pada rangka <i>prototype</i> .....	31
Gambar 3.4 Simulasi titik Bebab <i>Chassis</i> .....	31
Gambar 3.5 Beban Gravitasi Pada <i>Chassis</i> .....	32
Gambar 3.6 Proses <i>Meshing</i> .....	33
Gambar 3.7 Proses Analisa <i>Von Mises Stress</i> .....	34
Gambar 3.8 Proses Analisa <i>Displacment</i> .....	34
Gambar 3.9 Proses Analisa <i>Strain</i> .....	35
Gambar 3.10 Proses Analisa <i>factor of safety</i> .....	35
Gambar 3.11 Laptop HP Intel Inside.....	36
Gambar 3.12 <i>Software Solidwork</i> .....	36
Gambar 3.13 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	37

Gambar 4.1 Rancangan Chassis (a) tampak atas (b) tampak samping .....	40
Gambar 4.2 Bodi <i>prototype</i> mobil listrik hemat energi.....	41
Gambar 4.3 <i>Von misses stress</i> rangka .....	43
Gambar 4.4 <i>Displacement</i> pada rangka.....	44
Gambar 4.5 Hasil <i>Equivalent Strain</i> pada rangka .....	45
Gambar 4.6 Hasil <i>Sefty Factor</i> pada rangka.....	46
Gambar 4.7 grafik hasil simulasi material AA 1060 Alloy.....	47
Gambar 4.8 Pembebanan pada roda .....	48
Gambar 4.9 Diagram Pembebanan.....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	38
Tabel 4.1 Spesifikasi Rangka pada <i>chassis</i> .....	39
Tabel 4.2 Sifat mekanik material AA 1060 Alloy.....	42
Tabel 4.3 Hasil simulasi rangka dengan material AA 1060 Alloy.....	47



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Era globalisasi saat ini mengakibatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mendorong upaya-upaya pembaharuan dalam pemanfaatan hasil teknologi. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut segala urusan manusia untuk bergerak cepat dan tepat dalam melakukan kegiatan. Salah satu diantaranya adalah kebutuhan transportasi guna menunjang setiap kegiatan yang dilakukan individu dalam masyarakat (Yusuf dan Sutjahjo, 2013).

Pertumbuhan kendaraan bermotor setiap tahun mengalami peningkatan yang pesat, baik roda dua maupun roda empat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik jumlah kendaraan di Indonesia dalam kurun waktu 10 tahun terakhir terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2020 jumlah kendaraan mobil penumpang sebanyak 15.797.746 unit, mobil bis sebanyak 233.261 unit, dan mobil barang sebanyak 5.083.405 unit, serta jumlah sepeda motor 115.023.039 unit. Jumlah kendaraan bermotor menunjukkan bahwa jumlah total kendaraan bermotor secara keseluruhan mencapai 136.137.451 unit (Badan Pusat Statistik, 2022).

Jumlah kendaraan semakin meningkat berbanding lurus terhadap konsumsi bahan bakar minyak (BBM) yang mengakibatkan polusi udara semakin parah. Bahan bakar Minyak yang semakin menipis persediaannya dan harganya yang terus naik membuat banyak orang semakin kreatif dalam berupaya untuk mencari bahan bakar alternatif dan meningkatkan efisiensi pembakaran pada kendaraan bermotor,

sehingga muncul berbagai teknologi baru, antara lain ditemukannya mobil *hybrid*, mobil elektrik, penggunaan sistem injeksi pada mesin, sistem pengapian yang semakin cerdas, sampai penggunaan bahan bakar alternatif seperti *bio diesel* dan *bio gasoline* (Suwarso dan Wulandari, 2015).

Dunia industri otomotif memfokuskan pada peningkatan efisiensi energi, dengan tujuan utama pengembangan kendaraan adalah meminimalkan konsumsi energi dan memaksimalkan efisiensi kendaraan. Pada saat yang sama, negara-negara berusaha untuk memenuhi kebutuhan energi di masa depan dan mengurangi emisi polutan. Salah satu upaya yang dapat diwujudkan untuk menanggulangi krisis energi dibidang teknologi otomotif yaitu berpartisipasi dalam kontes mobil hemat energi (Tsirogiannis, dkk, 2018).

Kompetisi mobil hemat energi merupakan sebuah event lomba irit bahan bakar yang secara rutin diadakan oleh kementerian pendidikan kebudayaan riset dan teknologi yang bekerjasama dengan perguruan tinggi tertentu yang telah ditunjuk sebelumnya. Kegiatan ini diikuti oleh mahasiswa dari seluruh Universitas/Institut/Politeknik di Indonesia yang memenuhi persyaratan yang diseleksi oleh panitia. Kemampuan untuk merancang dan membangun kendaraan yang irit, aman, dan ramah lingkungan merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh seluruh peserta dalam kegiatan ini. Kompetisi mobil hemat energi ada dua kategori yaitu kategori *prototype* dan kategori urban *concept*. (KMHE, 2022).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis meneliti tentang Perancangan dan analisa statik pada *chassis prototype* mobil listrik hemat energi “Uleebalang Teuku Umar Muda”..

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menghasilkan rancangan *chassis* mobil listrik hemat energi kategori *prototype* yang kuat namun dengan bobot ringan;
2. Bagaimana menghasilkan analisis kekuatan statis pada *design chassis* kategori *prototype* mobil listrik hemat energi menggunakan *software solidwork*.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Perancangan *chassis* mobil menggunakan *Software Solidwork*;
2. Analisis pembebanan kekuatan diasumsikan merata pada *chassis* mobil kategori *prototype* mobil listrik hemat energi;
3. Beban penumpang dan kelengkapan kendaraan yang diinputkan adalah hasil pengasumsian yang mengacu pada regulasi teknis KMHE;
4. Struktur komponen yang dianalisis adalah *chassis prototype* mobil listrik hemat energi yang sudah dibuat.

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan rancangan *chassis* mobil listrik hemat energi kategori *prototype* yang kuat dengan bobot ringan;
2. Menghasilkan analisis kekuatan statis pada *design chassis* mobil listrik hemat energi menggunakan *software Solidwork*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk perkembangan pengetahuan dan teknologi, terutama dalam bidang kendaraan mobil listrik hemat energi;
2. Mendapatkan hasil anilisa statis yang sesuai dengan *prototype* mobil listrik hemat energi “Uleebalang Teuku Umar Muda”;
3. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan menggunakan penggunaan sumber energi alternatif.



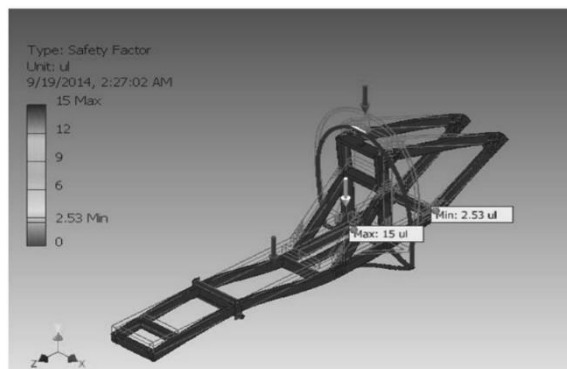
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

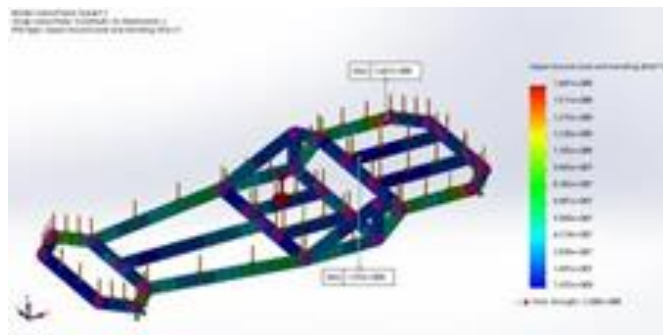
Beberapa penelitian terdahulu tentang *chassis prototype* mobil listrik hemat energi yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian antara lain yaitu:

Setyono dan Gunawan, 2015 melakukan penelitian tentang Perancangan dan Analisis *Chassis* Mobil Listrik “Semut Abang” Menggunakan *Software Autodesk Inventor Pro 2013*, penelitian dilakukan menggunakan fitur *stress analysis* yang dilengkapi dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA) sehingga dapat diketahui fenomena yang terjadi pada struktur rangka mobil listrik yang telah dirancang sebelumnya, yaitu dengan hasil keluaran *Von Mises Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor*. Sedangkan hasil dari analisa numerik dengan fitur *stress analysis* diperoleh besar tegangan maksimum *Von Mises Stress* yang terjadi pada bagian *rivet plat* penyambung bagian belakang rangka sebesar 108,8 Mpa. *Displacement* maksimum yang terjadi pada rangka tersebut adalah pada bagian *roll bar* yaitu 0,7136 mm kearah sumbu X. Angka keamanan (*safety factor*) yang diperoleh dari analisa tersebut adalah sebesar 2,53 seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Safety Factor* dari rangka mobil listrik  
(Sumber: Setyono dan Gunawan, 2015)

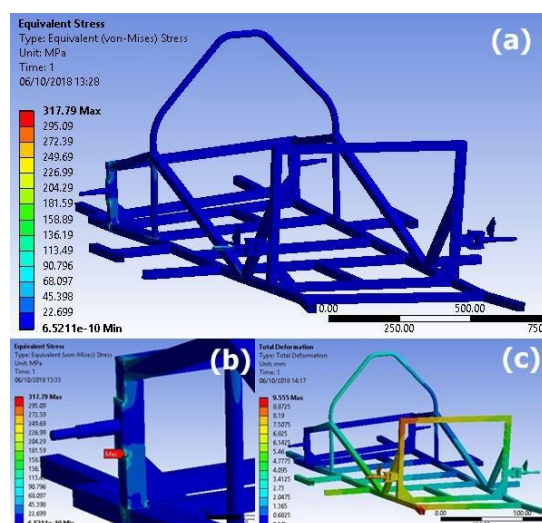
Kurniawan, 2019 melakukan penelitian tentang Analisis Tegangan Statik *Frame Gokart* menggunakan *Software Solidwork 2017*, *factor of safety* untuk angka keamanan maksimum terdistribusi pada dudukan mesin dan angka keamanan minimum terdistribusi pada dudukan poros roda belakang. Pada penggunaan tiga profil *square tube* yang dimensinya divariasikan namun ketebalannya dibuat sama, profil *square tube* 15 dengan dimensi 30 x 30 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 820 N *frame* sudah tidak bisa menahan beban yang diberikan, profil *square tube* dengan dimensi 40 x 40 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 980 N *frame* sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan dan profil *square tube* dengan dimensi 50 x 50 x 2,0 mm pada pembebanan pertama sebesar 930 N dan pembebanan kelima sebesar 1330 N *frame* masih dapat menahan beban yang diberikan. Sehingga dapat dipastikan *frame* dengan dimensi 50 x 50 x 2,0 mm yang aman dan layak untuk digunakan sebagai *frame gokart* seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. *Stress* pada *frame gokart* ketiga  
(Sumber: Kurniawan, 2019)

Tsirogiannis, dkk, 2019 meneliti tentang *Electric Car Chassis for Shell Eco Marathon Competition: Design, Modelling and Finite Element Analysis*” didapatkan hasil bahwa Analisis statis linier dilakukan menggunakan bantuan

software ANSYS 16.0. Struktur *Chassis* setelah dianalisis menghasilkan nilai tegangan maksimal sebesar 317,79 Mpa dan deformasi hingga 9,55 mm, keduanya dianggap aman. Secara khusus, nilai tegangan maksimal 317,79 Mpa disajikan di bagian belakang, yang terbuat dari stainless steel dengan kekuatan luluh 850 Mpa, dalam kerangka ruang yang terbuat dari aluminium dengan kekuatan luluh 255 Mpa, tegangan maksimal sebesar 226,99 Mpa sehingga dapat disimpulkan bahwa aman. Desain *chassis* ringan dan dapat menopang beban mekanis dengan tetap dapat menerima perpindahan maksimal dan *stress von mises* maksimal. Inovasi penelitian ini adalah mengatasi proses yang memakan waktu dengan menggunakan model kalkulator beban sasis atau *chassis load calculator* (CLC) yang cocok untuk mobil listrik seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Hasil FEM (a) tekanan *von Mises* (b) daerah tegangan *von mises* tertinggi (c) *deformation*  
(Sumber: Tsirogiannis, dkk, 2019)

Berdasarkan tinjauan pustaka diatas dapat disimpulkan bahwa dalam perancangan *chassis* sebuah kendaraan hemat energi memerlukan bantuan *software* untuk menganalisis kekuatan statis. *Software* yang digunakan dalam penelitian

terkait sangatlah beragam antara lain *software Autodesk Inventor, Catia, Solidwork 2018 dan ANSYS*. Setiap *software* memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Penelitian yang akan penulis lakukan yaitu menggunakan *software Solidwork*. *Software Solidwork* dipilih karena memiliki keunggulan dibanding *software* sejenis yaitu hasil *meshing* yang lebih halus sehingga akan mempengaruhi hasil output analisis yang lebih valid. Tujuan utama menganalisis statis pada struktur *chassis* kendaraan kategori *prototype* tim Teuku Umar Muda adalah menentukan nilai tegangan dan nilai regangan pada suatu material, mengetahui nilai deformasi akibat pembebanan statis pada struktur, mengetahui *safety factor* yang nilainya lebih dari satu sehingga aman guna diikutkan Kompetisi Mobil Hemat Energi (KMHE) dan memperoleh hasil dari analisis statis serta kesimpulan.

## **2.2 Chassis**

*Chassis* adalah istilah Perancis dan pada awalnya digunakan untuk menunjukkan bagian *frame* (bingkai) atau struktur dasar kendaraan yang mana merupakan tulang punggung kendaraan. Kendaraan tanpa bodi disebut *Chassis*. Komponen kendaraan seperti motor listrik, sistem transmisi yang terdiri dari *gearbox* kopling, poros baling-baling dan poros belakang, roda dan ban, penangguhan, sistem pengendalian seperti pengereman, kemudi dan bagian-bagian sistem kelistrikan juga ditopang oleh rangka *Chassis* (Francis, dkk. 2014).

*Chassis* merupakan tempat pemasangan utama untuk semua komponen termasuk bodi kendaraan sehingga disebut sebagai unit pembawa. *Chassis* membantu menjaga kendaraan tetap rigid, kaku, dan tidak melengkung. Selain itu *chassis* juga berfungsi memastikan lebih sedikit suara (*noise*), getaran, dan

kekerasan di seluruh kendaraan. Bingkai *chassis* terdiri dari anggota sisi yang terpasang dengan serangkaian anggota silang. Seiring dengan kekuatan, pertimbangan penting dalam desain *chassis* adalah untuk meningkatkan karakteristik kekakuan (tekukan dan torsi). Kekakuan torsional yang memadai diperlukan untuk memiliki karakteristik penanganan yang baik. Biasanya *chassis* dirancang berdasarkan kekuatan dan kekakuan. Dalam prosedur desain konvensional, desain didasarkan pada kekuatan dan penekanan yang kemudian diberikan untuk meningkatkan kekakuan *chassis*, dengan sedikit pertimbangan terhadap berat *chassis*. Salah satu prosedur desain tersebut melibatkan penambahan anggota struktur silang ke *chassis* yang ada untuk meningkatkan kekakuan torsionalnya sehingga akan mengakibatkan berat *chassis* meningkat. Peningkatan berat ini mengurangi efisiensi bahan bakar dan meningkatkan biaya karena bahan tambahan. Desain *Chassis* dengan kekakuan dan kekuatan yang memadai diperlukan untuk terciptanya efisiensi yang baik.

*Chassis* kendaraan biasanya mengacu pada bodi bawah kendaraan termasuk ban, mesin, rangka, *driveline*, dan suspensi. Dari semua ini, rangka menyediakan dukungan yang diperlukan untuk komponen kendaraan yang diletakkan di atasnya. Selain itu *chassis* harus cukup kuat untuk menahan goncangan, putaran, getaran dan tekanan lainnya. Kerangka *chassis* terdiri dari anggota sisi yang dilampirkan dengan serangkaian anggota silang. Analisis tegangan menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM) dapat digunakan untuk menemukan titik kritis yang memiliki tekanan tertinggi. Titik kritis ini adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan kegagalan kelelahan. Besarnya tegangan dapat digunakan untuk

memprediksi masa pakai *chassis*. Keakuratan masa prediksi *chassis* tergantung pada hasil analisis tegangannya (Patel dan Patel, 2012).

Berdasarkan Regulasi Teknis KMHE (KMHE, 2022) pasal 26 tentang persyaratan kekuatan dan kekakuan Rangka *Chassis/Monocoque* antara lain sebagai berikut.

- a. Struktur rangka/*chassis/monocoque* kendaraan memiliki kekakuan dan kekuatan yang dapat melindungi bodi pengemudi secara efektif jika terjadi tabrakan termasuk dampak depan, dampak samping, dan/atau *roll over* kendaraan. Penyelenggara tidak akan mengizinkan kendaraan yang konstruksinya tidak aman. *Monocoque* adalah konstruksi penopang beban struktur menggunakan bodi cangkang sebagai pengganti rangka *chassis*. *Chassis* kendaraan harus dilengkapi dengan *roll bar* yang memanjang berjarak sekitar 5 cm di sekitar helm pengemudi yang duduk pada posisi mengemudi normal dengan sabuk pengaman terpasang.
- b. *Roll bar* harus melebar melebihi bahu pengemudi ketika pengemudi duduk pada posisi mengemudi normal dengan sabuk pengaman terpasang. *Roll bar* yang diperbolehkan yaitu jenis pipa atau panel. *Roll bar* jenis pipa harus dibuat dari bahan logam sedangkan *roll bar* jenis panel adalah struktur kaku yang memisahkan ruang kemudi dengan ruang *engine* dan konstruksinya harus menyatu dengan rangka *chassis* kendaraan atau *monocoque*.
- c. *Roll bar* harus dapat menahan beban statis sebesar 700 N (70 kg) pada arah vertikal, horizontal (pada segala arah) atau tegak lurus tanpa mengalami deformasi.

- d. *Chassis/monocoque* harus cukup lebar atau Panjang untuk melindungi badan pengemudi jika mengalami tabrakan samping atau depan

Menurut (Daryanto dalam Adriana, dkk, 2017) Rangka merupakan struktur yang ujung-ujungnya disambung kaku. Semua batang yang disambung secara kaku harus mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen. Sehingga dibutuhkan material yang kuat untuk memenuhi spesifikasi tersebut. Ada beberapa fungsi utama rangka (*chassis*), antara lain sebagai berikut :

1. Sebagai landasan untuk meletakkan bodi kendaraan, mesin, sistem transmisi, tangki bahan digunakan pada mobil.
2. Penahan torsi dan mesin, aksi percepatan perlambatan, dan juga menahan kejutan yang diakibatkan bentuk permukaan jalan.
3. Peredam dan menyerap energi akibat beban kejut yang diakibatkan benturan dengan benda lain.
4. Rangka pada kendaraan pada umumnya mempunyai konstruksi yang sederhana terdiri dari bagian yang membujur dan melintang. Bagian yang membujur umumnya mengikat bagian yang melintang agar konstruksi *chassis* lebih kokoh dan kuat menahan beban.

Menurut Daryanto dalam (Adriana, dkk, 2017) *Chassis* harus memenuhi beberapa persyaratan agar dapat berfungsi sebagai mestinya. Adapun persyaratan *chassis* adalah sebagai berikut:

1. Kuat dan kokoh, sehingga mampu menopang mesin beserta kelengkapan kendaraan lainnya, menyangga penumpang maupun beban tanpa mengalami kerusakan atau perubahan bentuk.

2. Ringan, sehingga tidak terlalu membebani mesin (meningkatkan efektivitas tenaga yang dihasilkan mesin).

**a. Jenis-jenis rangka**

Menurut (Saputra, dkk, 2017), *Frame* atau rangka kendaraan terdiri dari beberapa jenis antara lain:

1. *Ladder frame*
2. *Monocoque*
3. *Tubular space frame*
4. *Backbone chassis*
5. *Aluminium space frame*

Berikut ini akan dibahas tentang penjelasan rangka menurut para ahli

1. *Ladder frame*

Menurut (Adriana, dkk, 2017) *Ladder Frame* atau lebih sering dikenal dengan rangka tangga (H), disebut rangka tangga karena bentuknya yang menyerupai tangga dengan dua batangan panjang yang menyokong kendaraan dan menyediakan dukungan yang kuat dari berat beban, umumnya digunakan pada mobil-mobil yang bermuatan berat. *Ladder frame* merupakan *chassis* paling awal yang digunakan sekitar tahun 1960-an, namun sampai sekarang masih banyak digunakan pada kendaraan saat ini. Bahan material yang paling umum untuk jenis *ladder frame* ini adalah material dengan bahan baja ringan, dua batang memanjang tersebut merupakan bagian yang utama untuk menahan beban longitudinal akibat percepatan



dan pengereman. Sedangkan batang melintang hanya menahan agar *chassis* tetap dalam keadaan rigid/kaku.

Berikut adalah salah satu contoh *Ladder Frame modern* yang biasa digunakan pada mobil pickup dan SUV dapat dilihat pada gambar 2.4.

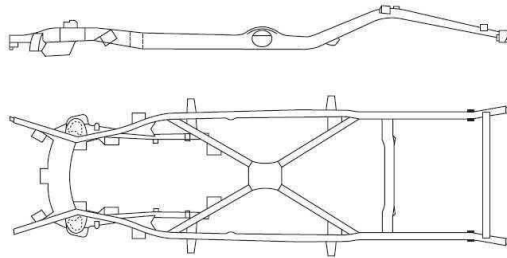


Gambar 2.4 *Ladder Frame*  
(Sumber: Nur Arifin. 2019)

*Chassis Ladder Frame* ini ada juga penambahan komponen untuk lebih menguatkan *chassis* yaitu dengan cara penambahan penguatan palang X. Hal ini dimungkinkan untuk merancang kerangka untuk membawa beban torsi di mana tidak ada unsur *frame* dikenakan saat torsi. Palang X yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini terbuat dari dua balok lurus dan hanya akan memiliki beban lentur diterapkan pada balok.

Jenis *frame* ini memiliki kekakuan torsi yang baik terbagi di pusat rancangan *frame ladder*. Perlu dicatat bahwa beban lentur maksimum terjadi pada bagian sambungannya oleh karena itu bagian sambungan (*joint*) menjadi kritis. Menggabungkan sifat dari penguatan palang X dengan *ladder frame* membantu dalam memperoleh kedua sifat baik beban lentur dan torsi. Dapat dilihat pada

gambar 2.5 balok silang di bagian depan dan belakang tidak hanya membantu pada saat terjadi torsi tetapi juga membantu dalam membawa beban lateral dari suspensi titik pemasangan.



Gambar 2.5 *Ladder Frame* dengan palang X  
(Sumber: Nur Arifin, 2019)

## 2. *Tubular Space Frame*

*Tubular Space Frame* memakai berbagai macam pipa *circular* (terkadang memakai bentuk *square tube* agar mudah disambung, meskipun begitu bentuk *circular* memiliki kekuatan begitu besar). Posisinya yang berbagai arah menghasilkan kekuatan mekanikal untuk melawan gaya dari berbagai arah. Pipa tersebut dilas sehingga terbentuk struktur yang kompleks (Fadila dan Syam, 2013).



Gambar 2.6 *Tubular Space Frame*  
(Sumber: Nur Arifin, 2019)

### 3. *Monocoque*

*Monocoque* merupakan satu kesatuan struktur *chassis* dari bentuk kendaraannya sehingga *chassis* ini memiliki bentuk yang beragam yang menyesuaikan dengan bodi mobil. Meskipun terlihat seperti satu kesatuan dari rangka dan bodi mobilnya, namun sebenarnya *chassis* ini dibuat dengan menggunakan pengelasan melalui proses otomasi sehingga hasil pengelasan yang berbentuk sempurna dan terlihat seperti tidak ada hasil pengelasan (Fadila dan Syam, 2013).

Material yang digunakan adalah baja sedangkan pada *chassis* lain digunakan campuran material antara baja dengan aluminium sehingga bobotnya lebih ringan. Kelemahan lainnya adalah tidak mungkin untuk pembuatan mobil bersekala kecil karena membutuhkan proses produksi menggunakan robot. Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 2.7. Dimana *chassis* ini terlihat kesatuan struktur yang menyawa mulai dari bagian depan hingga belakang dimana merupakan produk massal untuk kebutuhan transportasi pada umumnya.



Gambar 2.7 *Chassis Monocoque*

(Sumber: Nur Arifin, 2019)

#### 4. *Backbone*

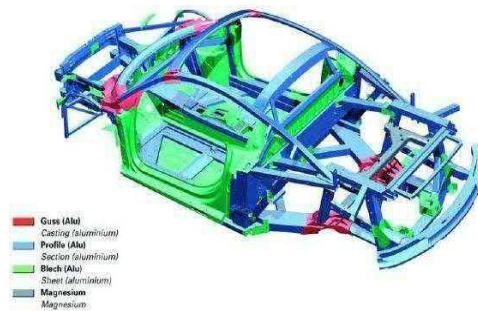
*Chassis Backbone* adalah aplikasi langsung dari teori jenis rangka pipa. Ide awalnya adalah dengan membuat struktur depan dan belakangnya yang terhubung dengan sebuah rangka *tube* yang melintang disepanjang mobil. Tidak seperti transmisi tunnel, *chassis backbone* ini hampir seluruhnya adalah struktur kaku dan dapat menahan semua beban. Ini terdapat beberapa lubang yang kontinu. Karena begitu sempit dindingnya umumnya dibuat tebal. *Chassis Backbone* memiliki kekakuan dari luas area bagian “*backbone*” itu sendiri (Fadila dan Syam, 2013).



Gambar 2.8 *Chassis Backbone*  
(Sumber: Nur Arifin, 2019)

#### 5. *Aluminium Chassis Frame*

*Chassis* jenis ini pertama kali dikembangkan oleh perusahaan mobil Audy bersama-sama dengan perusahaan pembuat aluminium Alcoa. *Aluminium Chassis Frame* dibuat untuk menggantikan *chassis* baja *monocoque* karena untuk menghasilkan sebuah rangka yang ringan. *Aluminium Space Frame* diklaim 40% lebih ringan dibanding dengan rangka baja *monocoque* namun 40% lebih rigid (Fadila dan Syam, 2013). Berikut adalah *Aluminium Chassis frame* yang ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Aluminium Chassis Frame  
(Sumber: Nur Arifin, 2019)

## 2.3 Konsep Tegangan Regangan

### 2.3.1 Tegangan

Tegangan atau sering disebut dengan *stress* dilambangkan dengan  $\sigma$  yang memiliki satuan  $N/m^2$ . Konsep tegangan dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling sederhana seperti pada sebuah batang prismatis yang diberikan/mengalami gaya aksial. Batang prismatis adalah sebuah elemen struktur lurus yang mempunyai penampang konstan di seluruh panjangnya, sedangkan gaya aksial adalah beban yang mempunyai arah yang sama dengan sumbu elemen, sehingga pada batang tersebut akan mengalami tarikan atau tekanan (Saputra, dkk, 2017).

Tegangan yang terjadi pada suatu benda dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = F/A \quad (2.1)$$

Dimana:

$\sigma$  = Tegangan atau gaya persatuan luas ( $N/m^2$ )

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang ( $m^2$ )

### 2.3.2 Regangan

Regangan atau *strain* dilambangkan dengan  $\varepsilon$ . Regangan pada suatu benda terjadi jika benda tersebut mengalami perubahan panjang akibat diberikan beban secara aksial. Sama halnya dengan tegangan, regangan juga mengalami tekanan dan tarikan. Jika batang mengalami tarikan maka regangannya disebut regangan tarik yang menunjukkan perpanjangan benda. Namun apabila benda mengalami tekanan, maka regangannya disebut dengan regangan tekan yang menunjukkan benda tersebut mengalami pemendekan (Saputra, 2017). Untuk mengetahui batas aman regangan dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (2.2)$$

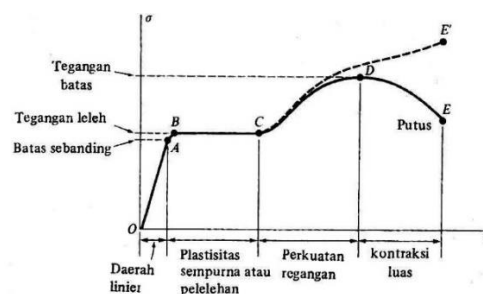
$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Safety Factor}} \quad (2.3)$$

$$\varepsilon_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_{\text{ijin}}}{\sigma_{\text{Aluminium}}} \quad (2.4)$$

Dimana:  $\varepsilon$  = Regangan

$\sigma$  = Tegangan ijin ( $\text{N/m}^2$ )

$E$  = Modulus Elastisitas ( $\text{N/m}^2$ )



Gambar 2.10 Diagram Tegangan Regangan.  
(Sumber: Gere dan Timoshenko, 1997)

Dari diagram regangan gambar 2.10 diketahui pemberian beban sampai batas sebanding akan mempercepat regangan setiap penambahan tegangan, akibatnya jika tegangan melebihi batas sebanding maka terjadi kurva kemiringan sampai dititik B (tegangan leleh), dari kurva titik B terjadi regangan yang sangat besar sampai pada titik C tanpa adanya tegangan, gejala tersebut dinamakan pelelehan bahan. Setelah mengalami regangan yang besar di daerah BC, maka baja akan mengalami perkuatan regangan yang menghasilkan bertambahnya tahanan bahan terhadap deformasi selanjutnya. Akhirnya pembebanan mencapai nilai maksimum pada titik D yang disebut tegangan batas, jika penarikan bahan itu dilakukan sebenarnya diikuti dengan pengurangan beban dimana terjadi proses *necking* atau kontraksi luas, membuat bahan menjadi putus dititik E. Jika luas penampang sebenarnya pada bagian sempit dari kontraksi luas digunakan untuk menghitung tegangan, maka kurva tegangan regangan sebenarnya akan mengalami seperti garis terputus-putus *CE*.

### **2.3.3 Deformasi**

Benda yang diberikan beban akan mengalami suatu perubahan dari bentuk awalnya, baik yang berupa perubahan bentuk maupun ukuran atau berdeformasi. Bertambahnya ukuran benda akibat mengalami pembebanan disebut dengan perpanjangan atau elongasi. Sebaliknya, apabila ukuran benda setelah mendapatkan beban menjadi pendek disebut dengan pemendekan atau kontraksi (Saputra, dkk, 2017).

Selama mengalami proses deformasi, beban akan menyerap energi sebagai akibat dari adanya gaya yang bekerja sehingga benda tersebut akan mengalami

perubahan bentuk dan dimensi. Perubahan bentuk secara fisik pada benda dibagi menjadi dua, yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis.

Elastisitas bahan sangat ditentukan oleh modulus elastisitas atau yang sering disebut dengan modulus young yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.5)$$

Dimana: E = Modulus elastisitas  
 $\sigma$  = Tegangan (N/m<sup>2</sup>)  
 $\varepsilon$  = Regangan

#### 2.3.4 Teori *Von Misses*

Teori kegagalan material ini dikemukakan oleh *Von Misses* tahun 1913 yang menyatakan bahwa akan terjadi luluh pada benda jika tegangan yang diterima benda tersebut melampaui kekuatan luluh benda tersebut. Teori *Von Misses* ini sering digunakan untuk memprediksi faktor keamanan dari suatu material pada benda (Saputra, dkk, 2017).

Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui faktor keamanan adalah sebagai berikut:

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e} \quad (2.6)$$

Dimana:  $\eta$  = Faktor keamanan  
 $S_y$  = Tegangan luluh Material (N/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma_e$  = Tegangan *Von Misses* maksimum (N/m<sup>2</sup>)



### 2.3.5 Faktor Keamanan

Kekuatan (*strength*) adalah suatu sifat atau propertis dari satuan bahan atau elemen mesin. Kekuatan suatu elemen mesin tergantung dari pemilihan, perlakuan, dan pengerjaan yang dilakukan terhadap bahan tersebut. Kekuatan adalah sesuatu sifat yang melekat pada suatu benda tertentu (*strength is an inherent property of a part*) suatu sifat yang terbentuk pada benda tersebut karena penggunaan bahan tertentu dan proses tertentu pada benda tersebut.

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin. Sebuah elemen mesin diberi efek yang berupa gaya, momen puntir, momen lentur, kemiringan, lendutan, atau distorsi yang dinotasikan dengan  $F$ . Apabila nilai  $F$  dinaikan sampai suatu besaran tertentu maka akan mengganggu kemampuan bagian mesin tersebut untuk melakukan fungsinya (Shigley dan Mitchell, 1983). Apabila batasan tersebut dinyatakan sebagai batasan akhir, maka harga  $F$  sebagai  $F_u$ .

$$n = \frac{F_u}{F} \quad (2.7)$$

Apabila  $F$  sama dengan  $F_u$ ,  $n=1$ , dan pada saat ini tidak ada keamanan sama sekali. Akibatnya sering dipakai istilah batas keamanan (*margin of safety*). Istilah faktor keamanan dan batas keamanan banyak dipakai dalam praktek industri. Suatu faktor keamanan dengan  $n > 1$  tidak menghalangi terjadinya kegagalan. Faktor keamanan banyak digunakan untuk membandingkan tegangan dan kekuatan untuk menaksir angka keamanannya. Tegangan  $\sigma$  dan  $\tau$  disebut tegangan aman (*safety stresses*) atau tegangan perancangan (*design stress*).  $S_s$  adalah suatu tegangan geser.

Misalkan sebuah elemen diberikan efek yang kita sebut sebagai  $F$  ( $F$  dapat berupa suatu gaya, momen puntir, momen lentur, kemiringan, lendutan, atau semacam distorsi). Pada kondisi ini, jika  $F$  dinaikkan, sampai suatu besaran tertentu yang jika dinaikkan lagi sedikit saja akan mengganggu kemampuan bagian mesin tersebut untuk melakukan fungsinya secara semestinya

Secara teoritis nilai faktor keamanan yang digunakan dalam skala industri adalah minimal 4. Adapun sebagai pedoman, untuk menentukan faktor keamanan suatu struktur yang akan dirancang dapat menggunakan aturan berikut:

- a.  $n = 1,25$  hingga  $2,0$  untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.
- b.  $n = 2,0$  hingga  $2,5$  untuk perancangan elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan.
- c.  $n = 2,5$  hingga  $4,0$  untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidak pastian mengenai beban, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.
- d.  $n = 4,0$  atau lebih untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidak pastian mengenai beberapa kombinasi beban, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.

Dalam analisis statis *chassis* mobil kategori *prototype* Tim Teuku Umar Muda, angka keamanan yang digunakan adalah minimal 1.

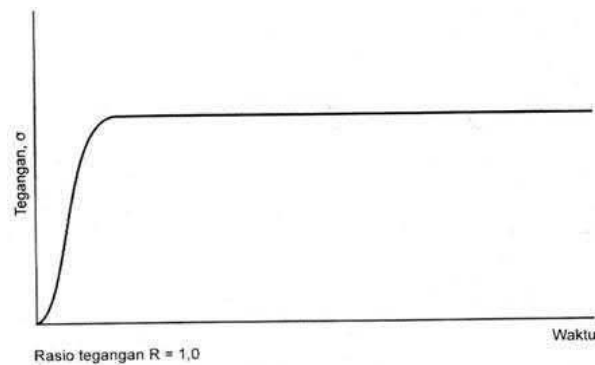
Faktor keamanan (*safety factor*) merupakan faktor yang diberikan kepada suatu desain konstruksi sebagai jaminan dalam proses desain. Harga faktor keamanan yang diberikan harus lebih besar dari 1 (satu). Faktor keamanan didapatkan dari perbandingan tegangan luluh (*yield strength*) suatu material dengan tegangan yang terjadi (*actual strength*) pada suatu desain konstruksi tersebut. Faktor keamanan diberikan kepada suatu desain biasanya berdasarkan jenis pembebanan yaitu pembebanan statis 1,25 sampai 2, pembebanan dinamis 2 sampai 3 dan pembebanan kejut 3 sampai 5 (Shantika dkk, 2017).

### 2.3.6 Rasio Tegangan

Faktor-faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pembebanan yang akan diterima suatu komponen mesin adalah pola variasi beban dan variasi tegangan yang dihasilkan dengan waktu. Variasi tegangan yaitu:

- a. Tegangan maksimal,  $\sigma_{\max}$
- b. Tegangan minimal,  $\sigma_{\min}$
- c. Tegangan rata-rata,  $\sigma_m$
- d. Tegangan bolak-balik,  $\sigma_a$  (amplitudo tegangan)

Tegangan maksimal dan minimal biasanya dihitung berdasarkan informasi yang diketahui dengan analisis tegangan atau metode elemen hingga, atau diukur dengan menggunakan teknik-teknik analisis tegangan eksperimental.



Gambar 2.11 Tegangan statis.  
(Sumber: Nur Arifin, 2019)

Perilaku suatu bahan yang mengalami berbagai tegangan bergantung pada cara bervariasinya. Salah satu metode yang digunakan untuk menggolongkan variasi tersebut adalah rasio tegangan (*stress ratio*). Ada dua jenis rasio tegangan yang umum digunakan, yaitu:

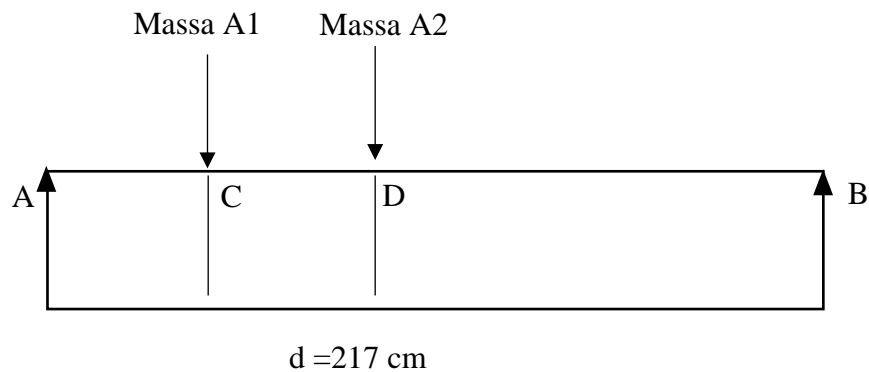
$$\text{Rasio Tegangan } R = \frac{\text{tegangan minimal}}{\text{tegangan maksimal}} = \frac{\sigma \text{ min}}{\sigma \text{ max}} \quad (2.8)$$

$$\text{Rasio Tegangan} = \frac{\text{tegangan minimal}}{\text{tegangan maksimal}} = \frac{\sigma a}{\sigma m} \quad (2.9)$$

Apabila suatu komponen menerima beban yang diberikan secara lambat, tanpa kejutan dan ditahan pada nilai yang konstan, maka tegangan yang dihasilkan pada komponen tersebut disebut tegangan statis (*static stress*).

### 2.3.7 Tumpuan

Tumpuan atau perletakan adalah lokasi pada struktur diletakkan, sebagai pendukung yang menyalurkan akibat beban luar kebagian pendukung lainnya. Adapun rumus untuk mencari distribusi beban tumpuan yaitu dibagi menjadi 3 antara lain;



Gambar 2.12 Pembebanan Pada Roda  
(Sumber: Khairianda, 2019)

Rumus Momen Gaya

$$M = F \cdot L \quad (2.10)$$

$$\sum MA = R \cdot d - F \cdot L \quad (2.11)$$

Keterangan :  $M$  = Momen Gaya

$\sum M$  = Keseluruhan momen pada sistem

$R$  = Gaya tahan sendi

$d$  = Total panjang lengan gaya

$F$  = Gaya Beban

$L$  = Lengan gaya ke titik tertentu

a. Beban yang diterima oleh titik B

$$\sum MB = 0$$

$$RA \cdot d - A1 \cdot CB - A2 \cdot DB = 0 \quad (2.12)$$

b. Beban yang diterima oleh titik A

$$\sum MA = 0$$

$$-RB \cdot d + A2 \cdot DA + A1 \cdot CA \quad (2.13)$$

c. Beban terpusat

$$R = A_1 + A_2 \quad (2.14)$$

$$R \cdot X = P \cdot (0) + A_1 (L_1 + L_2) + A_2 \cdot (L_2 + L_3) \quad (2.15)$$

Keterangan:

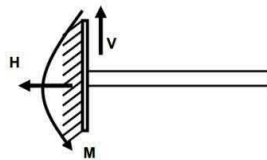
R = Jumlah beban keseluruhan

X = Beban terpusat

$A_1, A_2$  = Beban

Konstruksi tumpuan dalam desain dibedakan beberapa macam. Tiga diantaranya adalah:

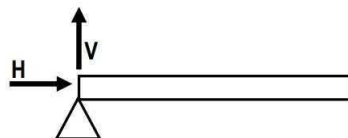
- a. Tumpuan jepit adalah tumpuan yang dapat menahan gaya dalam segala arah dan dapat menahan momen



Gambar 2.13 Pemodelan tumpuan jepit

(Sumber: Nur Arifin, 2019)

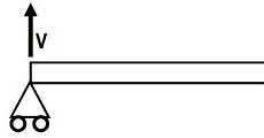
- b. Tumpuan sendi adalah tumpuan yang dapat menerima gaya dari segala arah, akan tetapi tidak mampu menahan momen.



Gambar 2.14 Pemodelan tumpuan sendi

(Sumber: Nur Arifin, 2019)

- c. Tumpuan Rol adalah tumpuan yang hanya dapat menahan gaya bekerja tegak lurus vertikal dan tidak dapat menahan momen.



Gambar 2.15 Pemodelan tumpuan rol  
(Sumber: Nur Arifin, 2019)

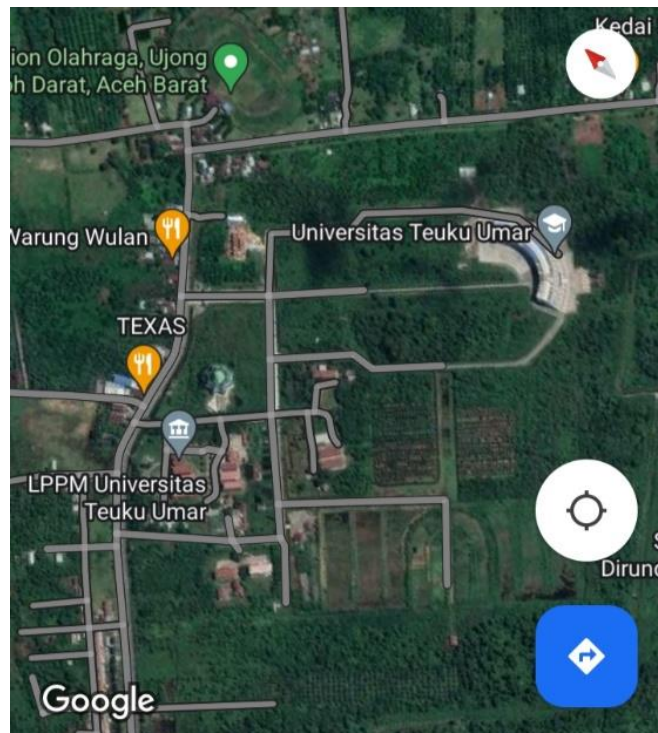
## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian perancangan dan analisis statik pada *chassis prototype* mobil listrik hemat energi “Uleebalang Teuku Umar Muda’. Menggunakan *software Solidwork* yang dilaksanakan di laboratorium CAD/CAE Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar Jl. Alue Peunyareng, Ujung Tanoh Darat, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat Provinsi Aceh.

Waktu Pelaksanaan dimulai pada tanggal 3 November 2022 sampai 3 Juni 2023.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian yang akan dilaksanakan  
(Sumber: Google Map, 2023)



## 3.2 Tahapan Penelitian

Pada penelitian perancangan dan analisis statik Pada *Chassis Prototype* mobil listrik hemat energi “Uleebalang Teuku Umar Muda” menggunakan *software Solidwork* terbagi menjadi beberapa tahap yaitu:

### 3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur diambil dan dipelajari dari sumber buku, penelitian terdahulu atau jurnal dan *website* yang berkaitan tentang analisa statik pada *chassis* sebagai pendukung penyusunan penelitian ini.

### 3.2.2 Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap persiapan pada penelitian ini yaitu:

1. Mempersiapkan peralatan yang diperlukan dalam kondisi baik;
2. Menentukan bentuk *chassis prototype* mobil listrik hemat energi;
3. Menentukan spesifikasi *chassis prototype* mobil listrik hemat energi;
4. Membuat desain *chassis prototype* mobil listrik hemat energi sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan menggunakan *Solidwork*
5. Simulasi *von mises stress, displacement* dan *factor of safety* pada *software Solidwork*

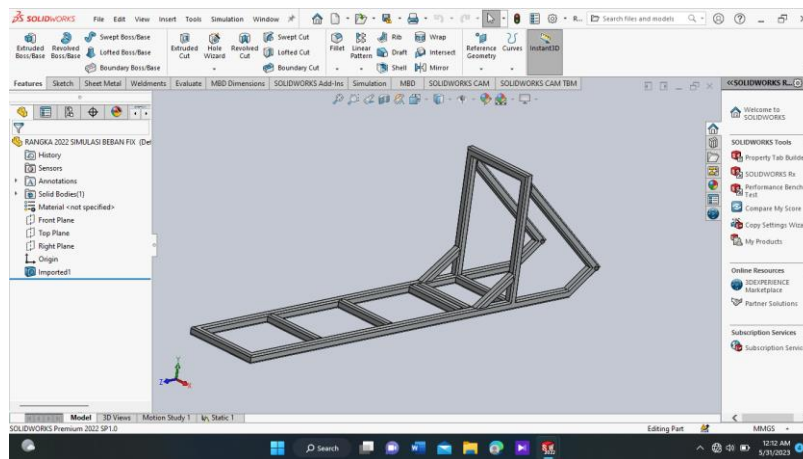
### 3.2.3 Tahapan Desain

Tahapan desain menggunakan *software solidwork* sebagai berikut:

1. Plane
2. Membuat Sketch, menentukan dimensi ukuran serta proses desain *chassis*
3. Simulasi dan menentukan nilai *von mises stress, displacment* dan *factor of sefty* pada *chassis*.

### 3.3 Perencanaan Desain

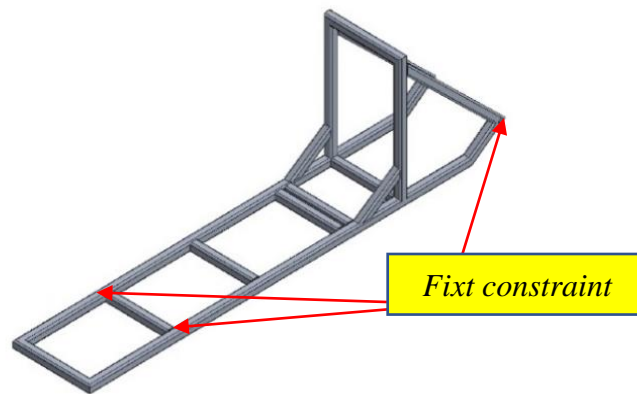
*Chassis* yang dirancang dalam penelitian ini yaitu *chassis* kendaraan hemat energi tipe *prototype* jenis *chassis ladder frame* dengan bahan utama *aluminium square hollow* jenis AA 1060 Alloy yang panjangnya 270 cm dan lebar 40 Cm. Berikut ini adalah perancangan model desain dengan menggunakan *software Solidwork 2022* seperti pada gambar 3.3 .



Gambar 3.3 Desain *Chassis prototype* mobil listrik hemat energi  
(Sumber: Penelitian, 2023)

### 3.4 Pemberian Beban dan Tumpuan Rangka

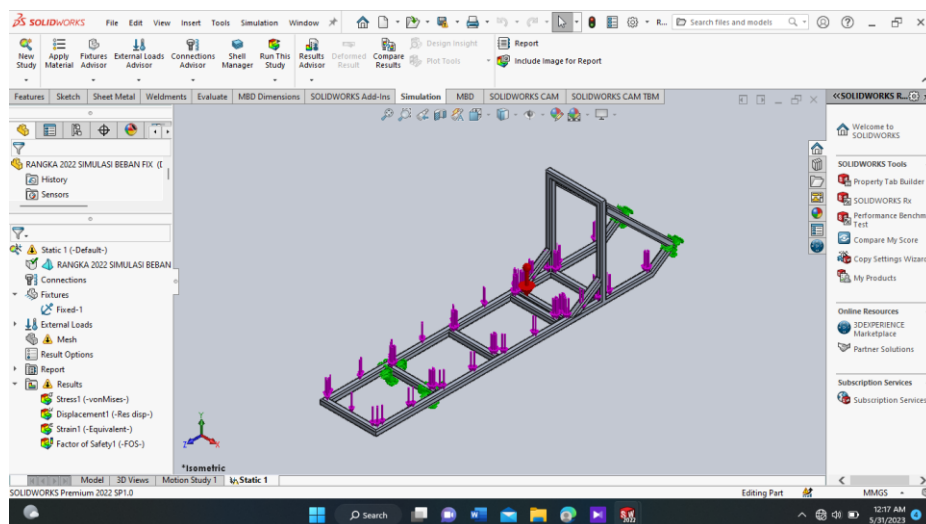
Adapun untuk menentukan posisi tumpuan pada rangka dengan memberikan *fix* dan memasukkan beban yang diterima oleh rangka (*force*) pada *software Solidwork 2022*. Tumpuan (*fix constraint*) diberikan pada titik tumpu rangka yaitu pada roda depan dan belakang seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Fixt constraint* pada rangka *prototype*

(Sumber: Penelitian, 2023)

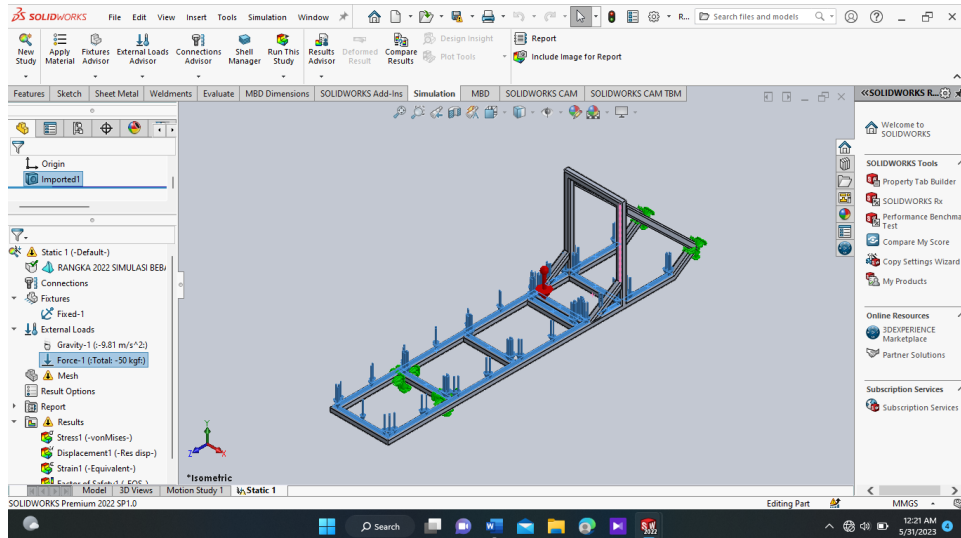
Beban yang diberikan pada rangka yaitu berupa beban pengemudi, beban *engine*, dan komponen lainnya yang terletak dekat dengan *engine*. Beban pengemudi diberikan dan di letakkan pada titik sesuai posisi badan pengemudi saat sedang mengemudi. Proses simulasi beban *Chassis* mobil hemat energi dimana *chassis* memiliki titik beban yang disimulasikan merata sesuai dengan beban yang ditentukan.



Gambar 3.4 Simulasi titik beban *chassis*

(Sumber: Penelitian, 2023)

Adapun gaya gravitasi yang diberikan pada *chassis* sebesar 9,81 dan beban penumpang yang diberikan pada *Chassis* 50 kg seperti pada gambar 3.5.

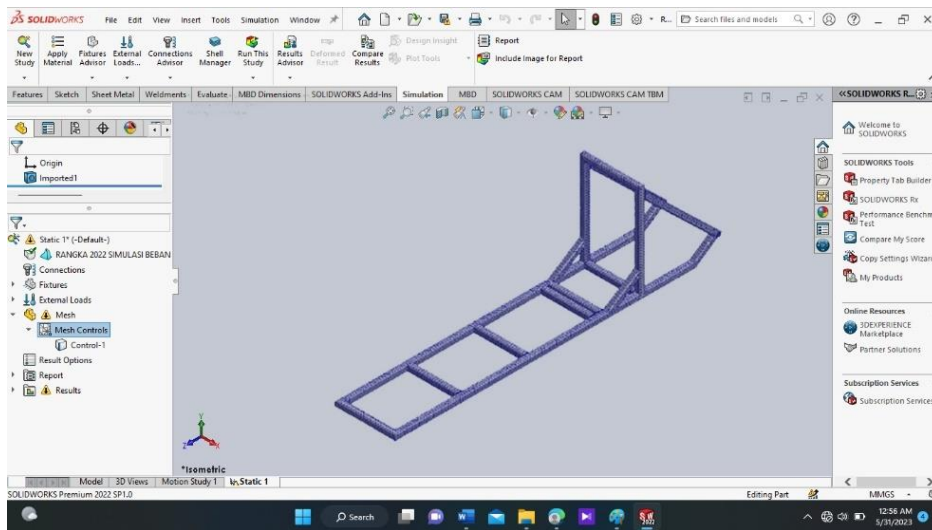


Gambar 3.5 Beban gravitasi pada *chassis*

(Sumber: Penelitian, 2023)

### 3.5 Proses *Meshing*

Setelah dilakukan pemberian beban pada rangka, maka selanjutnya yaitu proses *meshing*. *Meshing* merupakan proses penghitungan elemen dengan cara membagi suatu komponen menjadi beberapa bagian elemen sangat halus sehingga setiap elemen dianalisis dengan sangat kritis. Pada proses *meshing* rangka prototype diperoleh jumlah nodes 90967 dan jumlah elemen 95937. Untuk proses *meshing* dapat dilihat pada gambar 3.6.



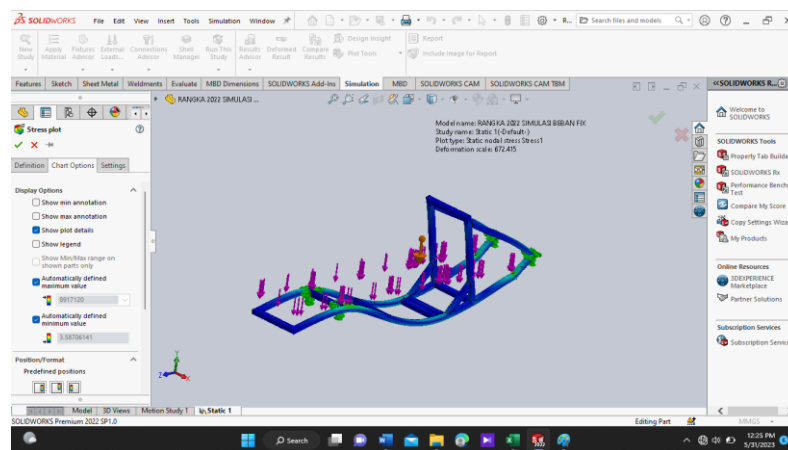
Gambar 3.6 Proses *meshing*  
(Sumber: Penelitian, 2023)

### 3.6 Proses Analisa Rangka

Pengujian *stress analysis* yang digunakan pada perancangan ini yaitu dengan menggunakan metode elemen hingga atau *Finite Element Method* (FEM). Stress analysis merupakan suatu tools pengujian struktur yang terdapat pada software Solidwork 2022 yang dijalankan dengan menerapkan konsep *Finite Element Analysis* (FEA). Pengujian dengan metode ini untuk memecah suatu objek struktur yang akan dilakukan pengujian menjadi elemen-elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain yang akan dikelola dengan perhitungan khusus oleh *software*, sehingga menghasilkan suatu result kondisi struktur setelah diberi input berupa gaya atau tekanan yang lebih akurat.

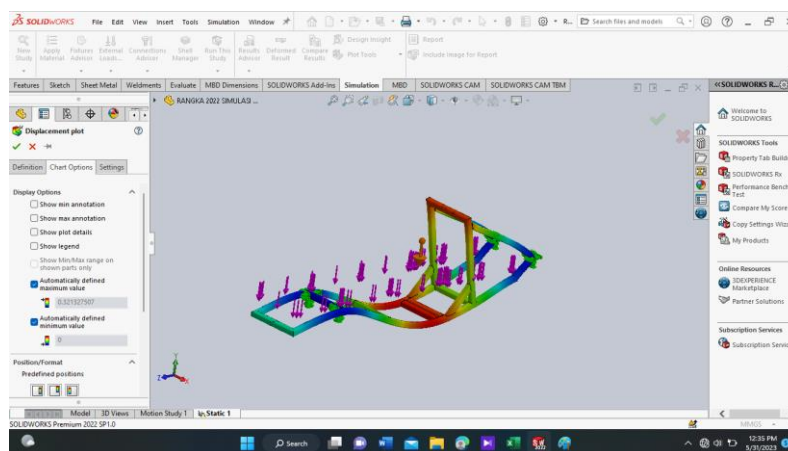
Pada gambar 3.7 menjelaskan bagaimana kita akan menginput data pada tab *simulation* selanjutnya masuk kedalam *new study*. Analisa kali ini adalah analisa tentang gaya mekanis yang bekerja pada komponen yang diam (statis), maka

analisa yang kita pilih *static*, karena *chassis* ini dalam keadaan diam maka bagian yang menjadi tumpuan adalah bagian roda depan dan roda belakang yang ditandai dengan warna hijau.



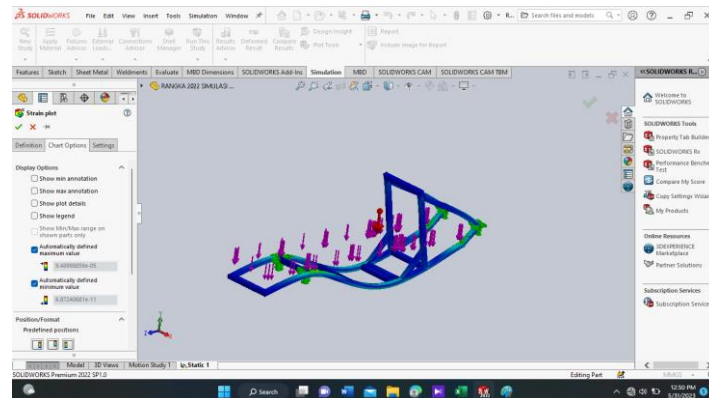
Gambar 3.7 Proses analisa *von misses stress*  
(Sumber: Penelitian, 2023)

Proses Analisa *displacment* dimana setelah *chassis* diberikan beban 50 kg terjadi perubahan pada benda yang dikenai gaya bisa dilihat pada gambar 3.8 saat beban diberikan maka rangka tersebut akan melengkung. Bagian yang paling melengkung dari rangka tersebut adalah bagian tempat duduknya pengendara yang berwarna merah.



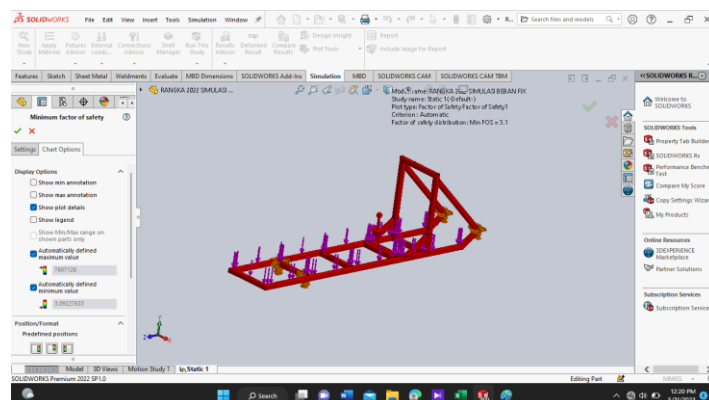
Gambar 3.8 Proses analisa *displacment*  
(Sumber: Penelitian, 2023)

Proses analisa regangan (*strain*) pada gambar 3.9 dimana akan terjadi perubahan bentuk persatuan panjang pada rangka, semua bagian rangka yang mengalami gaya akan mengalami regangan. Misalnya di sepanjang rangka yang mengalami beban aksial akan tertekan atau diperpendek.



Gambar 3.9 Proses Analisa *Strain*  
(Sumber: Penelitian, 2023)

Proses analisa *factor of safety* pada gambar 3.10 dimana analisa ini adalah patokan utama yang digunakan dalam menentukan kualitas suatu *chassis*. Patokannya jika nilai FOS minimal kurang dari 1, maka *chassis* tersebut tidak aman untuk digunakan, sebaliknya jika nilai FOS lebih dari 1 (biasanya 1-3) maka *chassis* tersebut aman dan layak digunakan.



Gambar 3.10 Proses analisa *factor of safety*  
(Sumber: Penelitian, 2023)

### 3.7 Peralatan Penelitian

Adapun Peralatan yang digunakan pada perancangan dan analisis statik pada *chassis prototype* mobil listrik hemat energi “Uleebalang Teuku Umar Muda” menggunakan *software Solidwork* dengan peralatan sebagai berikut:

#### 1. Laptop

- Merek : HP
- Operation : Windows 11
- Prosesor : Intel(R) Celeron(R) CPU 4205U @ 1.80GHz 1.80 GHz
- RAM : 4.00 GB (3.89 GB usable)



Gambar 3.11 Laptop HP Intel Inside  
(Sumber: Penelitian , 2023)

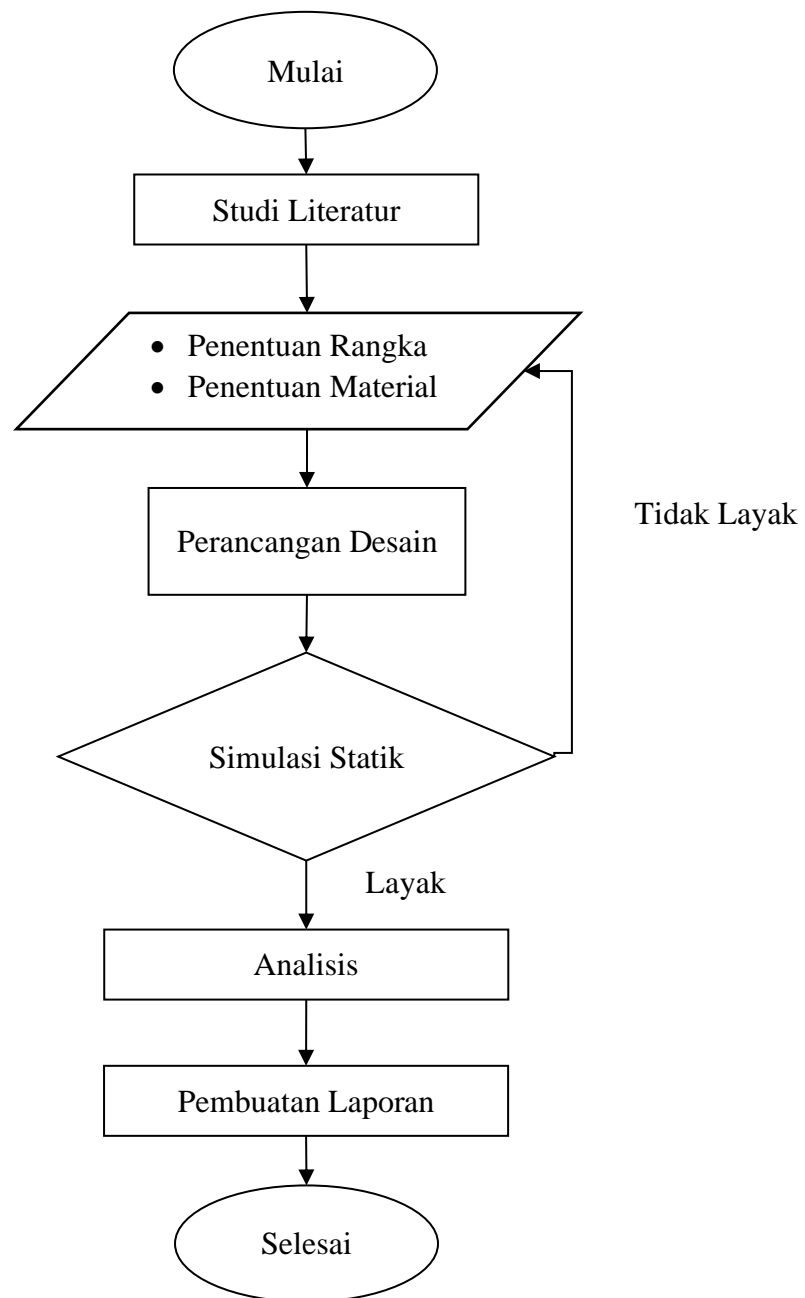
#### 2. Software Solidwork



Gambar 3.12 Software Solidwork  
(Sumber: Penelitian, 2023)



### 3.8 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.13 *Flowchart* Penelitian

(Sumber: Penelitian, 2023)

### 3.9 Jadwal Kegiatan

**Tabel 3.1** Jadwal kegiatan penelitian

Aktivitas	November 2022				Desember 2022				Januari 2023				Februari 2023				Juni 2023			
	Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■	■	■	■															
Perencanaan Desain					■	■	■	■	■	■										
Penyusunan Proposal									■	■	■	■	■	■						
Pengumpulan data													■	■	■	■				
Seminar Proposal																■				
Revisi Proposal																■				
Sidang Akhir																■	■			

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan Rangka

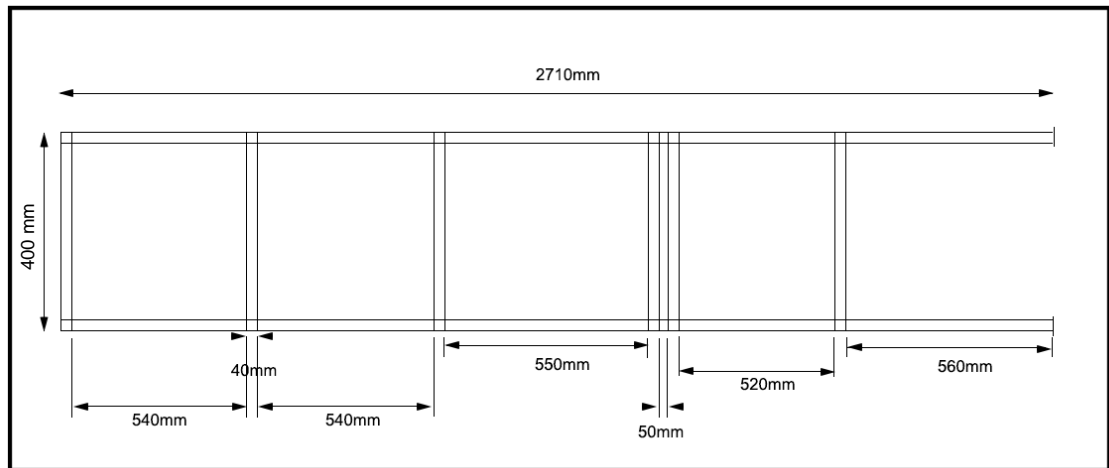
Adapun hasil perancangan rangka ini dirancang seringkis mungkin untuk mengurangi beban yang berlebih pada rangka. Dengan alternatif rangka yang ada alternatif desain dengan model rangka *ladder farm*, merupakan alternatif yang terbaik untuk acuan perancangan *chassis prototype* mobil listrik hemat energi pada penelitian ini dan adapun spesifikasi rangka seperti pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Spesifikasi rangka pada *chassis*

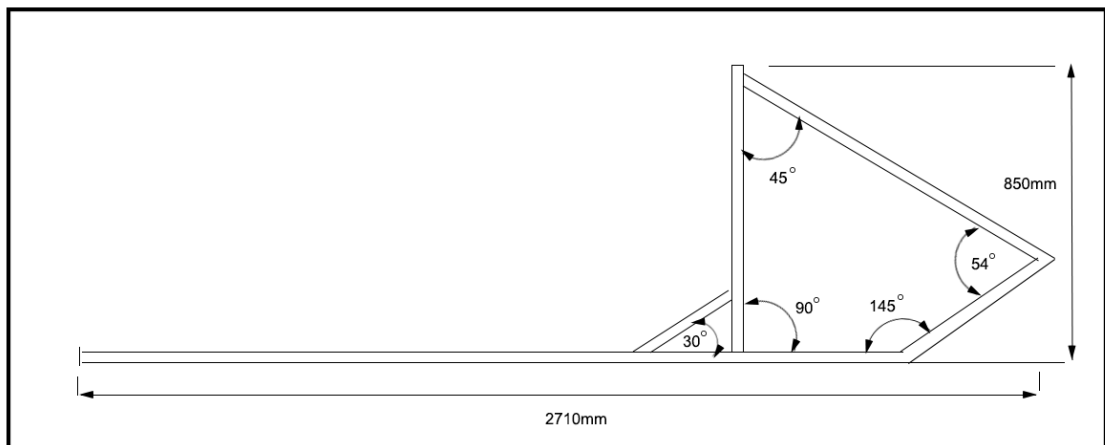
Dimensi	Satuan
Panjang	271 Cm
Lebar Belakang	40 cm
Lebar Depan	40 cm
Tinggi	85 cm
Jarak Terendah Ke Tanah	5 cm
Jarak Antara Sumbu Roda	220 cm
Berat Pengemudi	50 kg
Kapasitas Muatan	100 kg
Mesin	5 kg

(Sumber: penelitian, 2023)

Adapun hasil perancangan *Chassis Prototype* mobil listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a)

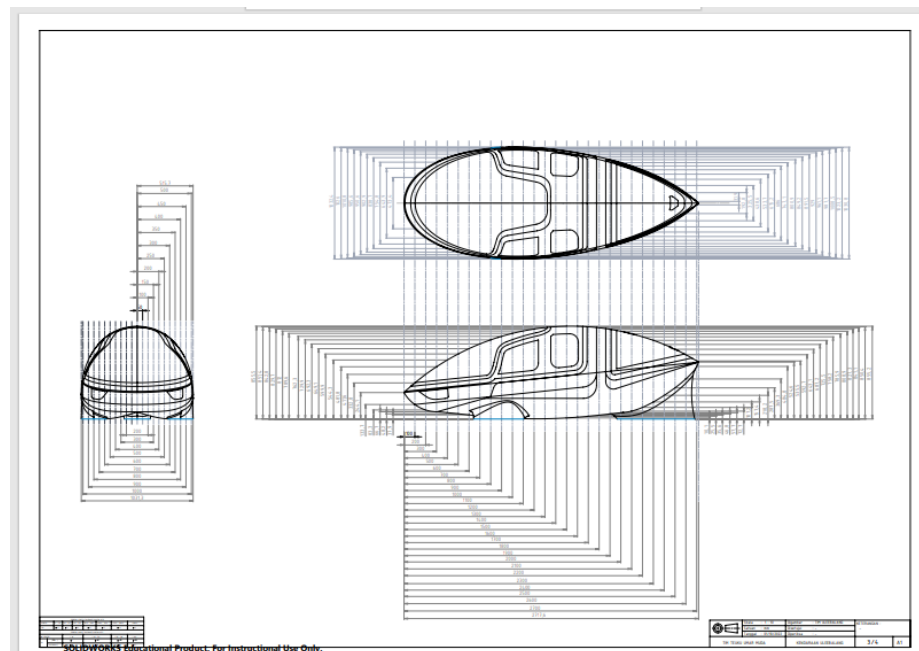


(b)

Gambar 4.1 Rancangan *Chassis* (a). tampak atas (b). tampak samping

(Sumber: Penelitian, 2023)

Adapun hasil dan perancangan desain bodi *prototype* mobil listrik hemat energi dengan menggunakan *software silidwork* sesuai dengan hasil perancangan *chassis* seperti pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Bodi *prototype* mobil listrik hemat energi

(Sumber: Penelitian, 2023)

#### 4.2 Hasil Pemilihan Material

Bagian terpenting dari perancangan yaitu pemilihan bahan atau pemilihan material. Dalam pemilihan material harus optimal karena akan berpengaruh terhadap desain dari rancangan dan bisa digunakan dengan sesuai apa yang direncanakan agar tidak terjadi kegagalan pada sebuah material alat.

Adapun dalam pemilihan material harus bisa memperhatikan sifat material yang bisa digunakan dengan spesifikasi dan tuntutan perancangan. Dengan kemajuan teknologi material mempunyai banyak jenisnya dan mempunyai karakteristik, kelebihan dan kekurangan.

Dalam sebuah perancangan tidak akan terlepas dari hubungan kekuatan elemen rangka terhadap beban yang bekerja. Dan beban luar tersebut akan

menyebabkan tegangan pada elemen mesin. Sebuah tegangan jangan melebihi batas maksimalnya.

Material *chasis* yang direncanakan adalah *aluminium square hollow* jenis AA 1060 Alloy dengan spesifikasi material berikut:

**Tabel 4.2** Sifat mekanik material AA 1060 Alloy

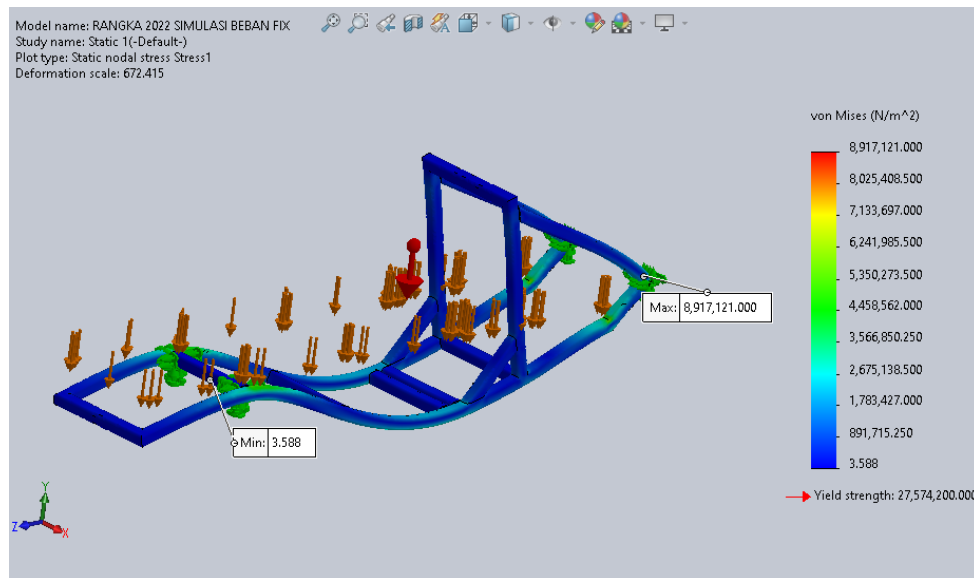
No	Parameter	Nilai
1	<i>Elastic Modulus</i>	69000 N/mm <sup>2</sup>
2	<i>Possion Ratio</i>	0.33
3	<i>Shear Modulus</i>	27000 N/mm <sup>2</sup>
4	<i>Density</i>	2700 Kg/m <sup>3</sup>
5	<i>Tensile Strength</i>	68.9356 N/mm <sup>2</sup>
6	<i>Yield Strength</i>	275.742 N/mm <sup>2</sup>
7	<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	2.4e-05/ K
8	<i>Thermal Conductivity</i>	200 W/(m.K)

### 4.3 Hasil *Stress Analysis Rangka*

Setelah didapat hasil proses *meshing* maka didapat hasil pengujian *Stress analysis* sebagai berikut:

#### 1. *Von Misses Stress* pada Rangka

Adapun hasil simulasi beban statik prototype mobil listrik hemat energi didapat hasil *von misses* dengan beban maksimal 8.917 N/m<sup>2</sup> dan beban minimal 3,587N/m<sup>2</sup> seperti pada gambar 4.5.



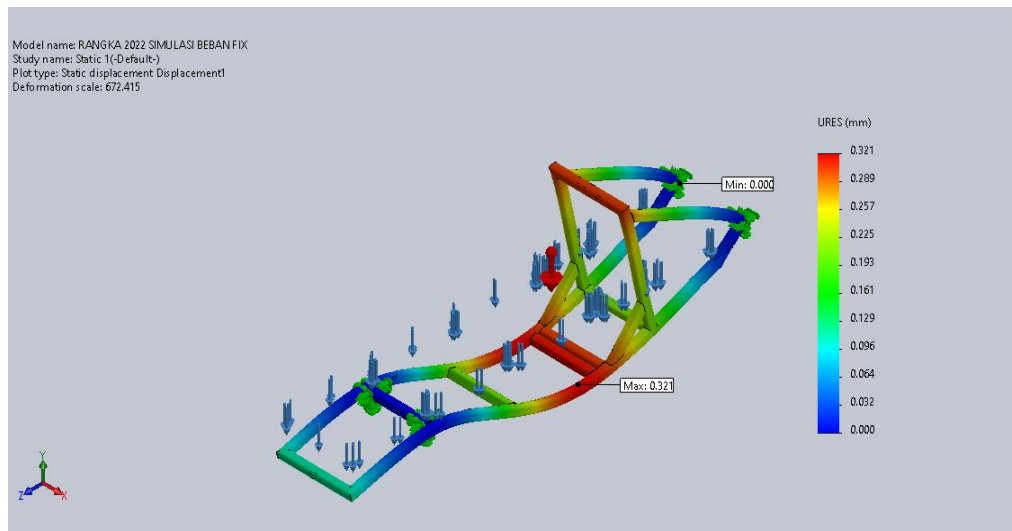
Gambar 4.3 *Von misses stress* rangka

(Sumber: Penelitian, 2023)

Berdasarkan gambar diatas, nilai *von misses* maksimum pada rangka terjadi pada bagian poros roda belakang rangka. Hal ini karena pada bagian tersebut menerima pembebanan searah vertikal ke bawah yaitu beban pengemudi yang paling besar. Merujuk dari hasil analisa *von misses* di atas, maka dapat diketahui bahwa nilai *von misses* maksimum yang terjadi pada rangka masih dibawah dari nilai *yield strenght* dari aluminium AA 1060 sehingga rangka dapat dinyatakan aman.

## 2. *Displacment* pada Rangka

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai *displacement* maksimum yang terjadi pada rangka sebesar 0,321 mm seperti dan nilai minimumnya 0 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6



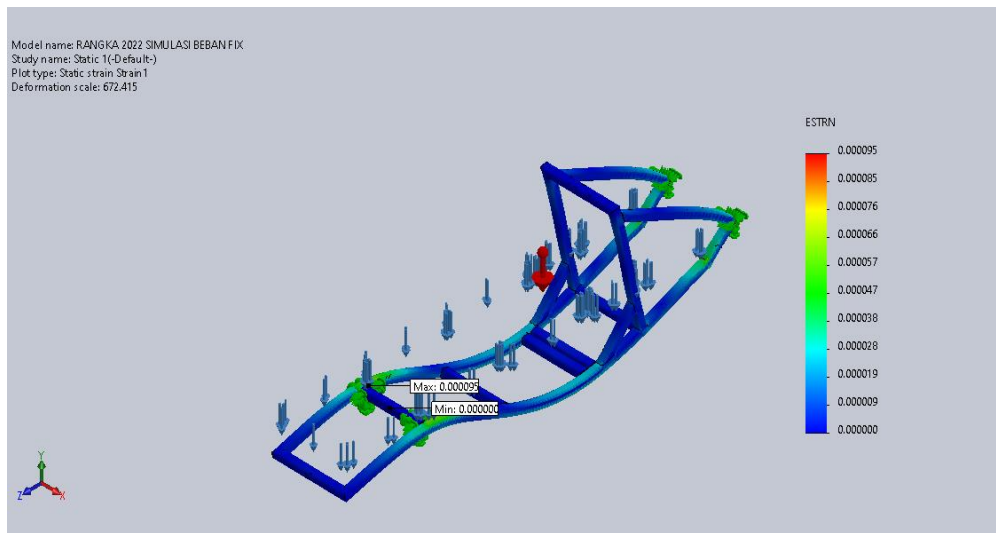
Gambar 4.4 *Displacement* pada rangka  
(Sumber: Penelitian, 2023)

Dari gambar 4.6 nilai *displacement* maksimum pada rangka terjadi pada bagian tengah rangka. Hal ini karena pada bagian tersebut menerima pembebanan searah vertikal ke bawah yaitu beban pengemudi yang paling besar. Merujuk dari hasil analisa *displacement* di atas, maka dapat diketahui bahwa nilai *displacement* berbanding lurus dengan tegangan dan regangan, namun nilai *displacement* yang terjadi pada rangka masih sangat kecil yaitu 0,321mm.

### 3. *Equivalent Strain* pada Rangka pada Rangka

Nilai regangan pada rangka akan berbanding lurus terhadap nilai tegangan yang terjadi pada rangka. Sehingga komponen rangka yang menerima tegangan paling besar akan mengalami regangan yang besar pula seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7.





Gambar 4.5 Hasil *Equivalent Strain* pada rangka  
(Sumber: Penelitian, 2023)

Berdasarkan gambar 4.5 regangan terbesar yang terjadi pada rangka terletak pada rangka yang mengalami tegangan terbesar, nilai regangan maksimum yang terjadi pada rangka yaitu 0,001292. Untuk mengetahui batas aman regangan yang diijinkan, maka dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2, 2.3 dan 2.4.

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Safety Factor}}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{275742 \text{ N/mm}^2}{3092 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = 89,1791 \text{ N/mm}^2$$

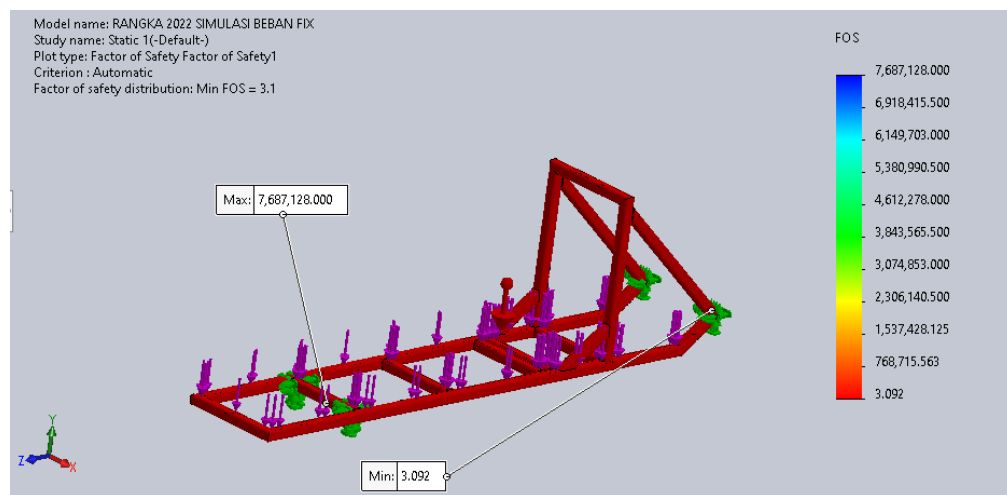
$$E_{\text{Aluminium}} = 69000 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon_{\text{ijin}} = \frac{89,1791 \text{ N/mm}^2}{69000 \text{ N/m}^2}$$

$$\varepsilon_{\text{ijin}} = 0,001292$$

#### 4. *Sefty Factor* pada Rangka

Hasil pengujian *safety factor* rangka *prototype* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Hasil *Factor Of Sefty* Rangka

(Sumber: Penelitian, 2023)

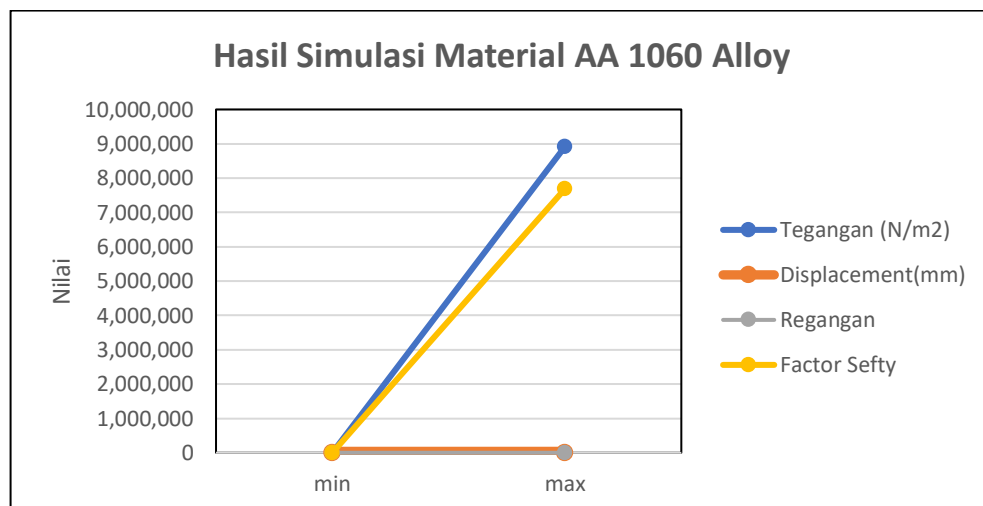
Berdasarkan gambar di atas, nilai *safety factor* maksimum pada rangka terjadi yaitu sebesar 7.687.128 ditandai dengan warna biru dan nilai *safety factor* minimum terdapat pada bagian tengah rangka yaitu sebesar 3,092 yang ditandai dengan warna merah. Hal ini karena pada bagian tersebut menerima pembebanan searah vertikal ke bawah yaitu beban pengemudi yang paling besar. Merujuk dari hasil analisa *safety factor* di atas, maka dapat disimpulkan bahwa rangka sangat aman karena batas terendah nilai *safety factor* yang tersedia lebih dari atau sama dengan 1.

Hasil von mises stress, regangan, *displacement* dan *factor safety* pada *chassis prototype* mobil listrik setelah dilakukan simulasi pada *Software Solidwork* bisa dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil simulasi rangka dengan material AA 1060 Alloy

No	Simulasi yang dilakukan	Nilai	
		Minimum	Maksimum
1	<i>Von Misses Stress (N/m<sup>2</sup>)</i>	3,587	8.917
2	<i>Displacment (mm)</i>	0	0,321
3	Regangan ( <i>Strain</i> )	0	0.000095
4	<i>Factor Safety</i>	3,092	7.687

Tabel diatas merupakan data hasil nilai *von misses stress*, regangan, *displacment* dan *factor safety* pada *chassis prototype* mobil listrik dimana terdapat nilai minimum dan nilai maksimum. Berdasarkan tabel diatas didapatkan grafik hasil simulasi material AA 1060 Alloy

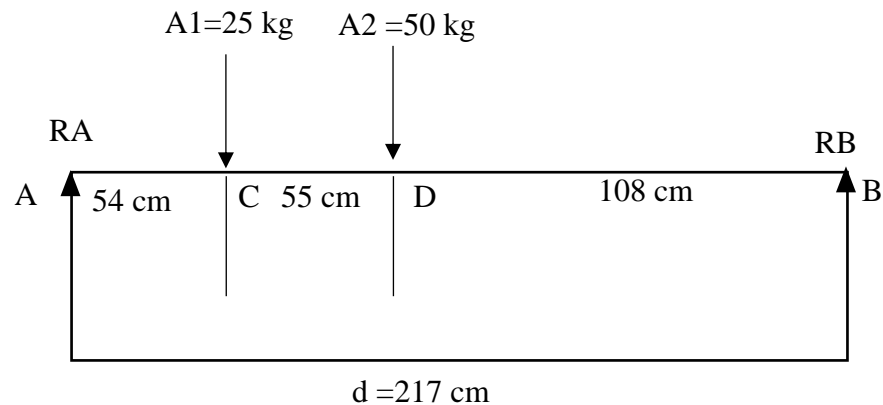


Gambar 4.7 Grafik hasil simulasi material AA 1060 Alloy  
(Sumber: Penelitian, 2023)

Bedasarkan grafik diatas nilai grafik dari tegangan *von misses stress* minimum 3,587 dan maksimum 8.917 ditandai dengan garis yang berwarna biru, sedangkan hasil *displacement* nilai minimumnya 0 dan maksimum nya 0,321 ditandai dengan warna abu-abu, nilai simulasi regangan (*strain*) minimum 0 dan maksimumnya 0,000095 ditandai dengan warna orange dan nilai simulasi factor safty minimumnya 3,092 dan maksimum 7.687 ditandai dengan garis warna kuning.

#### 4.4 Hasil Perhitungan Beban Rangka

Perhitungan reaksi tumpuan rangka utama pada sumbu roda depan dan belakang. Beban yang diterima pada sumbu roda depan dan belakang digambarkan dan dapat di hitung dengan data sebagai berikut:



Gambar 4.7 Pembebanan pada roda

(Sumber: Penelitian, 2023)

Keterangan Gambar

A2 = 1 Penumpang 50 Kg

A1 = Berat mesin (5kg) + berat transmisi (20kg)

d = 217 cm

## Distribusi Beban Tumpuan

- a. Persamaan momen titik B dihitung menggunakan persamaan 2.12

$$\sum MB = 0$$

$$\sum MB = RA \cdot d - A1 \cdot CB - A2 \cdot DB$$

$$0 = RA \cdot 217 - 25 \cdot 163 - 50 \cdot 108$$

$$0 = RA \cdot 217 - 4075 - 5400$$

$$0 = RA \cdot 217 - 9475$$

$$- RA \cdot 217 = - 9475$$

$$RA = \frac{- 9475}{- 217}$$

$$RA = 43,65 \text{ kg}$$

$$RA = 428,06 \text{ N}$$

Jadi besar gaya yang diterima oleh sendi A adalah 43,65 kg atau 428,06 N

- b. Persamaan momen titik A dihitung menggunakan persamaan 2.13

$$\sum MA = 0$$

$$\sum MA = - RB \cdot d + A2 \cdot DA + A2 \cdot CA$$

$$0 = - RB \cdot 217 + 50 \cdot 109 + 25 \cdot 54$$

$$0 = - RB \cdot 217 + 5450 + 1350$$

$$0 = - RB \cdot 217 + 6800$$

$$RB \cdot 217 = 6800$$

$$RB = \frac{6800}{217}$$

$$RB = 31,33 \text{ kg}$$

$$RB = 307,24 \text{ N}$$

Jadi besar gaya yang diterima oleh sendi B adalah 31,33 kg atau 307,24 N

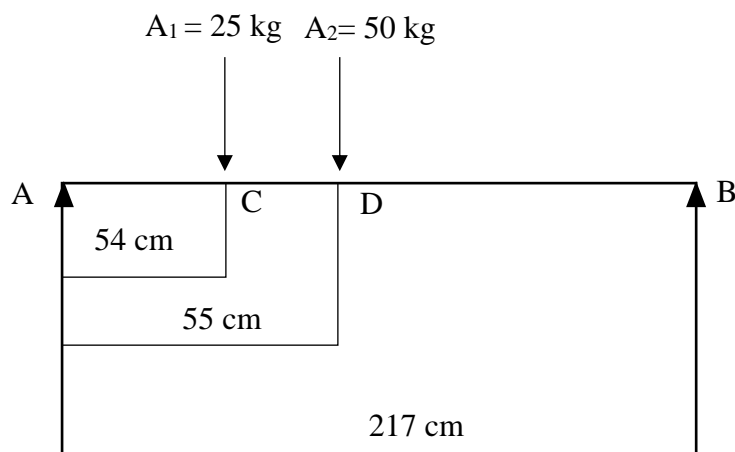
Setelah mengetahui nilai dari RA dan RB maka setelah itu dibuktikan dengan persamaan berikut:

$$R_A + R_B = A_1 + A_2$$

$$43,65 + 31,33 = 25 + 50$$

$$74,98 = 75 \text{ (terbukti)}$$

c. Beban terpusat dihitung menggunakan persamaan 2.14 dan 2.15



Gambar 4.8 Diagram Pembebanan

(Sumber: Penelitian, 2023)

Keterangan

$$A_1 = 25 \text{ kg}$$

$$A_2 = 50 \text{ kg}$$

$$R = A_1 + A_2$$

$$= 25 + 50$$

$$= 75 \text{ kg}$$

$$R \cdot X = A_1 (AC + CD) + A_2 \cdot (CD + DB)$$

$$X = \frac{A_1 (AC+CD) + A_2 \cdot (CD+DB)}{R}$$

$$X = \frac{25 (54+55) + 50 (55+108)}{75}$$

$$X = \frac{2725 + 8150}{75}$$

$$X = 145 \text{ cm}$$

## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil perancangan didapatkan desain *chassis prototype* mobil listrik hemat energi dengan jenis *Chassis ladder frame* bahan *aluminium square hollow* jenis AA 1060 Alloy yang panjangnya 271 Cm dan Lebar 40 Cm Berdasarkan perhitungan maka beban yang diterima oleh *chassis prototype* mobil listrik pada sendi A (roda A) sebesar 43,65 kg atau 428,06 N dan beban yang diterima oleh sendi B sebesar 31,33 kg atau 307,24 N.
2. Hasil simulasi pembebanan statik pada *chassis prototype* mobil listrik menggunakan *software Solidwork* diperoleh *von mises stress* dengan nilai maksimum 8,917 N/m<sup>2</sup> dan beban minimal 3,587N/m<sup>2</sup>, diperoleh nilai *displacement* maksimum yang terjadi pada rangka sebesar 0,321 mm dan nilai minimumnya 0. Hasil nilai *safety factor* maksimum pada rangka terjadi yaitu sebesar 7,687 ditandai dengan warna biru dan nilai *safety factor* minimum terdapat pada bagian tengah rangka yaitu sebesar 3,092 yang ditandai dengan warna merah.



## 5.2 Saran

Perancangan *chassis* ini meski sudah cukup memenuhi harapan, namun masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu masih perlu pengembangan lebih lanjut. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya lebih dikembangkan sehingga *prototype* mobil hemat energi lebih aman dan nyaman digunakan serta mempunyai bobot yang ringan .

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriana. M., A. Angkasa, dan Masrianor. 2017. *Rancang Bangun Rangka (Chassis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang*. Jurnal Elemen. 4(2): 129-133.
- Abidin, Z., & Rama, B. R. (2015). *Analisa Distribusi Tegangan dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 CC Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Jurnal Rekayasa Mesin, 15(1), 30-39.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia*. Jakarta.
- Francis. V., R.K. Rai, A.K. Singh, P.K. Singh, dan H. Yadav. 2014. *Structural Analysis of Ladder Chassis Frame for Jeep Using Ansys*. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER). 4(4): 41-47.\
- Fadila. A., dan B. Syam. 2013. *Analisis Simulasi Struktur Chassis Mobil Mesin USU Berbahan Besi Struktur Terhadap Beban Statik dengan Menggunakan Perangkat Lunak ANSYS 14.5*. Jurnal E-Dinamis. 6(2): 70-79
- Gere, J. M., dan S. P. Timoshenko. 1997. *Mechanic of Material*. Edisi Keempat. PWS Publishing Company. Wadsworth. Terjemahan Suryaatmono, B. 2000. *Mekanika Bahan*. Jilid 1 Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Hijjah, E. W., dan P. H. Adiwibowo. 2014. *Pengaruh Variasi Sudut Elbow Intake Manifold Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Supra X Tahun 2002*. JTM. 03(02): 140-147.
- Kurniawan, I., A. Noorsetyo, dan W. Arnandi. 2019. *Analisis Tegangan Statik Frame Gokart Menggunakan Software Solidwork 2017*. RIDTEM (Riset Diploma Teknik Mesin). 2(1): 1-7
- KMHE. 2022. *Regulasi Teknis Kompetisi Mobil Hemat Energi 2022*
- Laka, O., Nazaruddin, N., & Syafri, S. (2018). *Perancangan dan Analisis Statik Sistem Rangka Mobil Hemat Energi "Asykar Hybrid Universitas Riau"*. Jom FTEKNIK, 5(2), 1-6
- Muhammad Khairianda. 2019. *Perancangan Chasis untuk kendaraan sebagai alat transportasi di pedesaan*. Pekanbaru.
- Muchammad. 2007. *Simulasi Efek Turbo Cyclone Terhadap Karakteristik Aliran Udara pada Saluran Udara Sepeda Motor 4 Tak 100 CC Menggunakan Computational Fluid Dynamics*. Jurnal Rotasi. 9(1) : 6-16.

- Nur Arifin, 2019, *Analisis Perbandingan Kekuatan Statis Pada Variasi Design Chassis Mobil Warak Team Menggunakan Software Ansys 16.0, Tugas Akhir Teknik Mesin*, Universitas Negeri Semarang
- Patel, V.V. dan R.I. Patel. 2012. *Structural Analysis of a Ladder Chassis Frame*. World Journal of Science and Technology. 2(4): 05-08.
- Suwarso, N.H.E., dan N. M. Wulandari. 2015. *Pengaruh pengetahuan dan sikap terhadap niat beli produk ramah lingkungan (Studi kasus pada Pertamina di Kota Denpasar)*. E-Jurnal Manajemen Unud. 4(10): 3119-3145.
- Setyono, B. dan S. Gunawan. 2015. *Perancangan Dan Analisis Chassis Mobil Listrik "Semut Abang" Menggunakan Software Autodesk Inventor Pro 2013*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya. 69-78.
- Shigley, J. E. dan L. D. Mitchell. 1983. *Mechanical Engineering Design*. Edisi 4. McGraw-Hill, Inc. Terjemahan Harahap, G. 1984 *Perencanaan Teknik Mesin*. Edisi Keempat Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Saputra. I. N.A.A., K. R. Dantes dan I. N. P. Nugraha. 2017. *Analisis Tegangan Statik Pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (GASKI) Menggunakan Software Solidwork*. 2014. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM)*. 8(2): 1-10.
- Shantika, T., E. T. Firmansjah, dan I. Naufan. 2017. *Perancangan Chassis Type Tubular Space Frame Untuk Kendaraan Listrik*. *Jurnal Poros*. 15(1): 9-17
- Tsirogiannis, E. C., G. I. Siasos, G. E. Stavroulakis dan S. S. Makridis. 2018. *Lightweight Design and Welding Manufacturing of a Hydrogen Fuel Cell Powered Cars Chassis*. *Journal Challenges*. 9(25): 1-15.
- Yusuf, M. R., dan D. H. Sutjahjo. 2013. *Perancangan Body Dan Kerangka Prototipe Mobil Tenaga Surya*. Universitas Negeri Surabaya. *JRM*. 01(01): 44-49



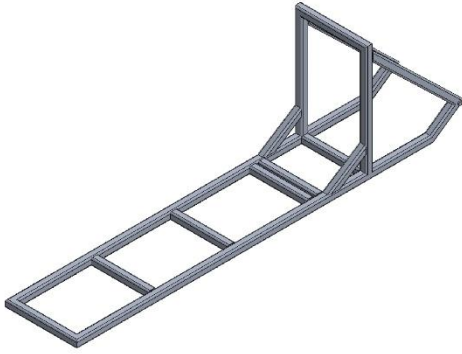
# Simulation of RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX

Date: 03 October 2022

Designer: Solidworks

Study name: Static 1

Analysis type: Static



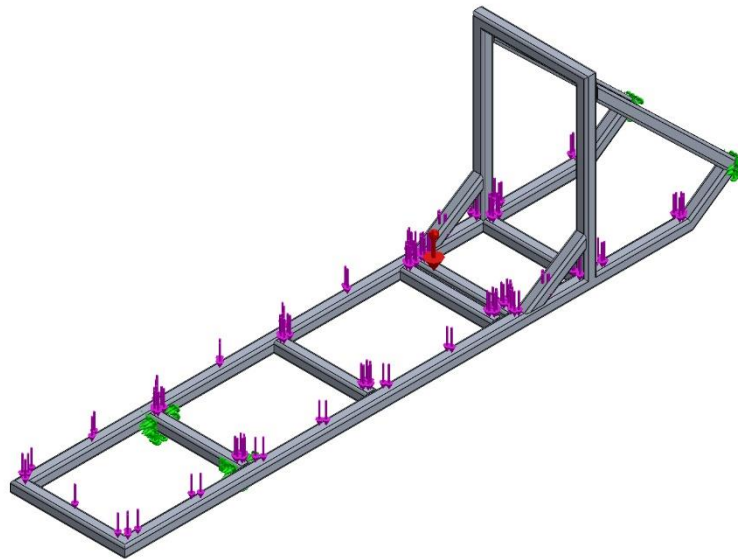
## Description

No Data



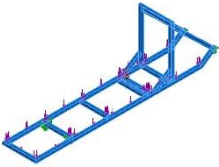
# Assumptions

## Model Information



Model name: RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX  
Current Configuration: Default

### Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
NONE 	Solid Body	Mass:13,7899 kg Volume:0,00510735 m <sup>3</sup> Density:2.700,01 kg/m <sup>3</sup> Weight:135,141 N	TIM ULEEBALANG Oct 3 17:25:57 2022



## Study Properties

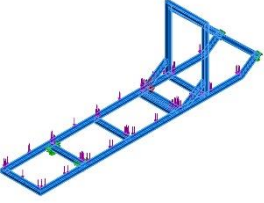
Study name	Static 1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	TIM ULEEBALANG

## Units

Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m <sup>2</sup>



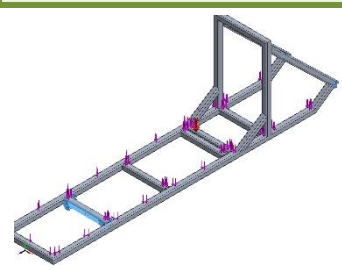
## Material Properties

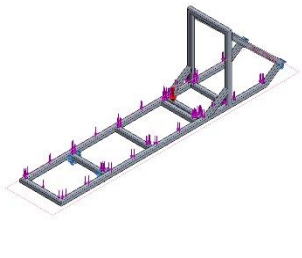
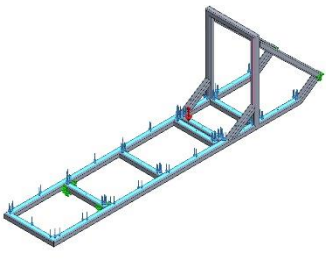
Model Reference	Properties	Components
	<p> <b>Name:</b> 1060 Alloy  <b>Model type:</b> Linear Elastic Isotropic  <b>Default failure criterion:</b> Max von Mises Stress  <b>Yield strength:</b> 2,75742e+07 N/m<sup>2</sup>  <b>Tensile strength:</b> 6,89356e+07 N/m<sup>2</sup>  <b>Elastic modulus:</b> 6,9e+10 N/m<sup>2</sup>  <b>Poisson's ratio:</b> 0,33  <b>Mass density:</b> 2.700 kg/m<sup>3</sup>  <b>Shear modulus:</b> 2,7e+10 N/m<sup>2</sup>  <b>Thermal expansion coefficient:</b> 2,4e-05 /Kelvin         </p>	SolidBody 1(NONE)(Part1)
Curve Data:N/A		





## Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		<b>Entities:</b> 7 face(s) <b>Type:</b> Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0,0301583	627,149	-0,0770917	627,149
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Gravity-1		<b>Reference:</b> Top Plane <b>Values:</b> 0 0 -9,81 <b>Units:</b> m/s <sup>2</sup>
Force-1		<b>Entities:</b> 10 face(s) <b>Reference:</b> Edge< 1 > <b>Type:</b> Apply force <b>Values:</b> ---; ---; -50 kgf

## Connector Definitions

No Data



## Contact Information

No Data



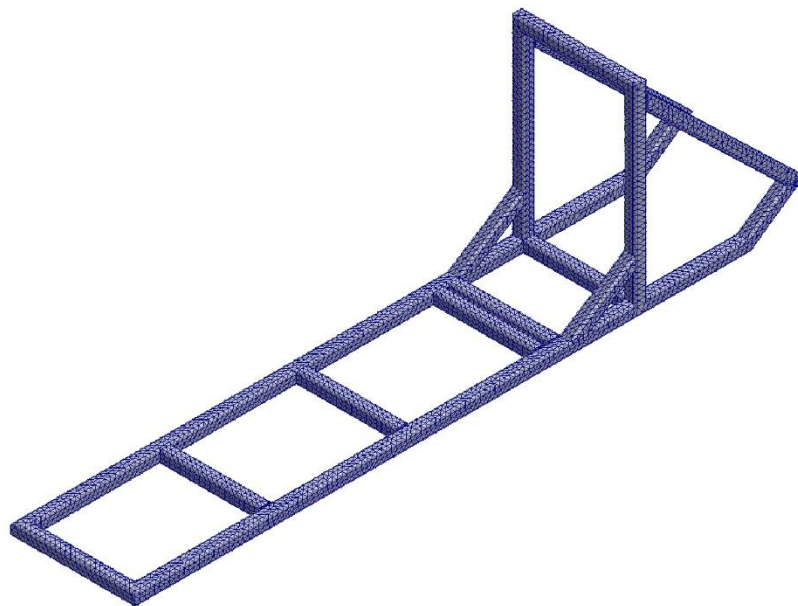
## Mesh information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points for High quality mesh	16 Points
Element Size	15,9919 mm
Tolerance	0,799597 mm
Mesh Quality	High

## Mesh information - Details

Total Nodes	90967
Total Elements	46108
Maximum Aspect Ratio	23,737
% of elements with Aspect Ratio < 3	8,07
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	0,341
Percentage of distorted elements	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:15
Computer name:	TIM ULEEBALANG

Model name: RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX  
Study name: Static 1(-Default-)  
Mesh type: Solid Mesh



## Sensor Details

No Data

## Resultant Forces

### Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0,0301583	627,149	-0,0770917	627,149

### Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

### Free body forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	1,41279	91,4299	-0,297286	91,4413

### Free body moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	1e-33

## Beams

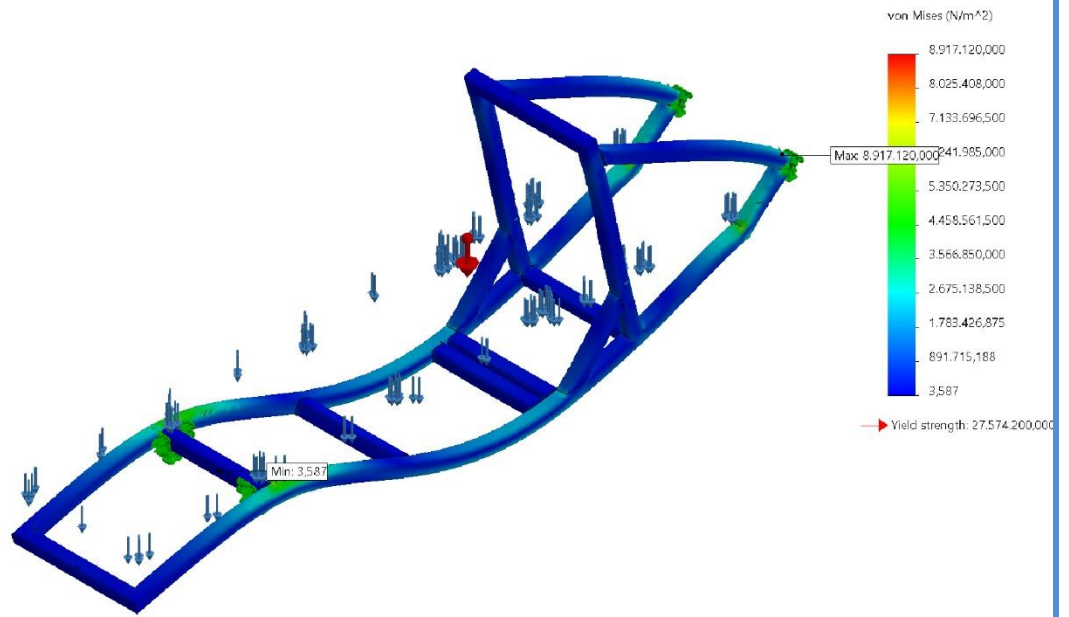
No Data



## Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	3,587N/m <sup>2</sup> Node: 24745	8.917.120,000N/m <sup>2</sup> Node: 90050

Model name: RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX  
 Study name: Static 1-(Default-)  
 Plot type: Static nodal stress Stress1  
 Deformation scale: 672,415

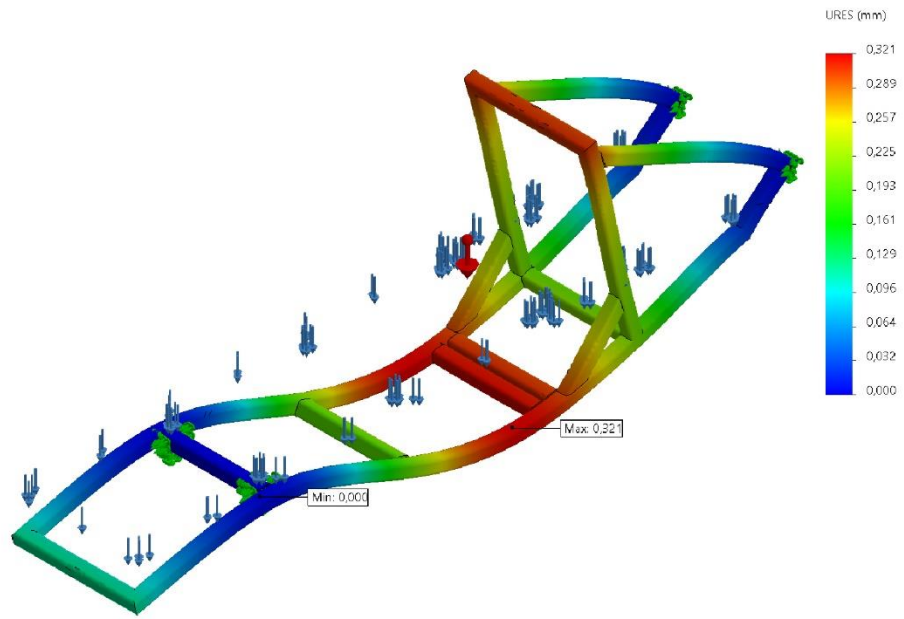


RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX -Static 1-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0,000mm Node: 61	0,321mm Node: 21913



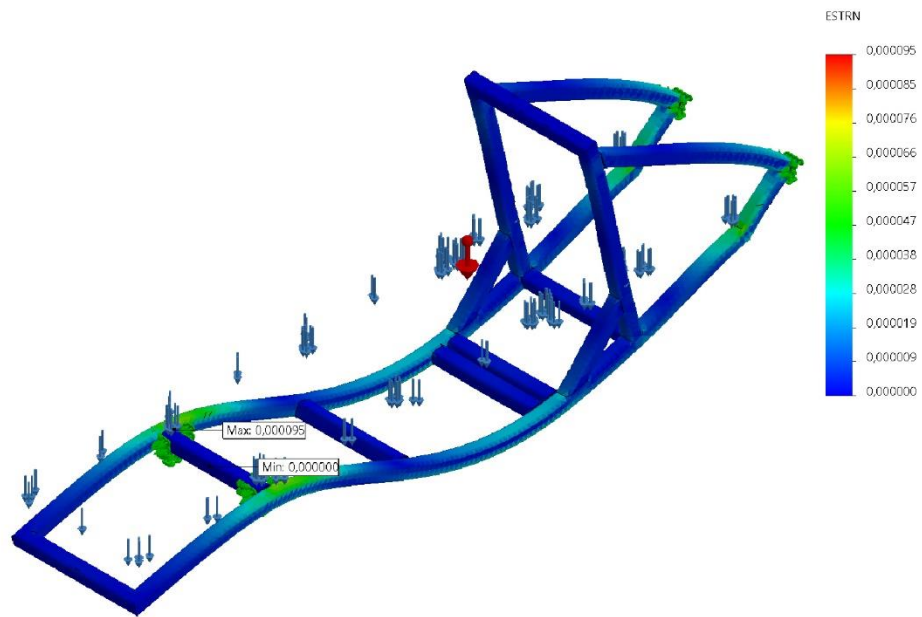
Model name: RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX  
 Study name: Static 1-(Default-)  
 Plot type: Static displacement Displacement1  
 Deformation scale: 672,415



RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX -Static 1-Displacement-Displacement1

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	0,000000 Element: 39496	0,000095 Element: 19381

Model name: RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX  
 Study name: Static 1-(Default-)  
 Plot type: Static strain Strain1  
 Deformation scale: 672,415

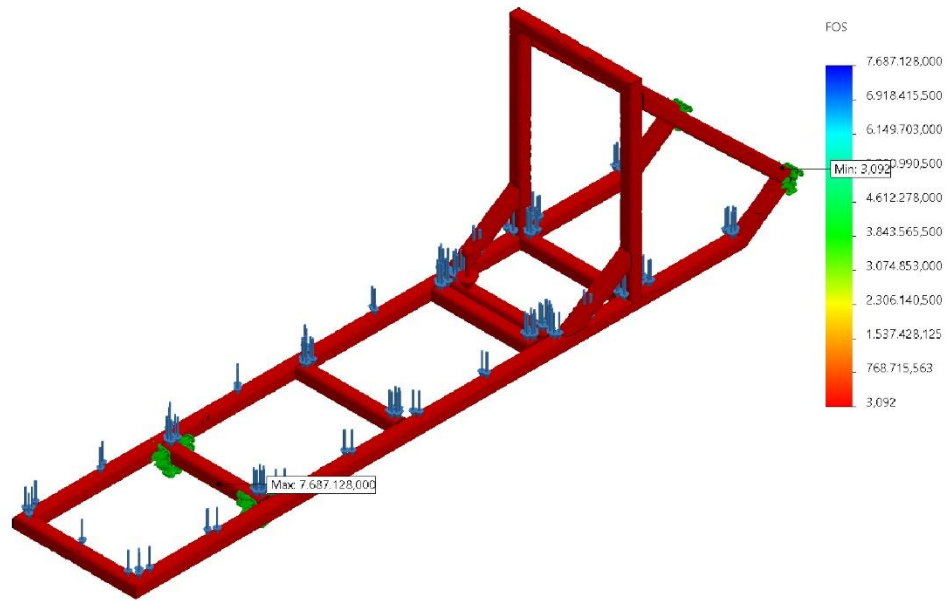


RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX -Static 1-Strain-Strain1



Name	Type	Min	Max
Factor of Safety1	Automatic	3,092 Node: 90050	7.687.128,000 Node: 24745

Model name: RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX  
 Study name: Static 1-(Default-)  
 Plot type: Factor of Safety Factor of Safety1  
 Criterion : Automatic  
 Factor of safety distribution: Min FOS = 3.1



RANGKA 2022 SIMULASI BEBAN FIX -Static 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

## Conclusion



## BIODATA PENULIS



Farisa lahir di Lhok Aman Kecamatan Meukek Kabupaten Aceh Selatan pada tanggal 1 Januari 2001. Penulis lahir dari pasangan Bapak Baswi dan Ibu Zul Kaedah dan merupakan anak ketiga dari empat bersaudara.

Pada tahun 2007 penulis masuk Sekolah Dasar (SD) Negeri Lhok Aman, Kabupaten Aceh Selatan lulus pada tahun 2013.

Kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Tingkat Pertama (SMP) pada tahun yang sama di MTs Muhammadiyah, Kabupaten Aceh Selatan dan lulus pada tahun 2016. Selanjutnya masuk pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Meukek dengan jurusan Teknik Sepeda Motor dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun yang sama yaitu 2019 penulis diterima menjadi Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar melalui jalur SNMPTN dan mendapatkan Beasiswa Bidikmisi. Pada semester 3 sampai 8 Penulis menjadi Mentor P3AI Universitas Teuku Umar. Pada Semester 5 dan 7 penulis menjadi Ketua Bidang Visual Design pada team Teuku Umar Muda dalam Kontes Mobil Listrik Hemat Hemat Energi (KMHE) dan Penulis juga bergabung di Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) Universitas Teuku Umar sebagai Ketua Bidang Informasi dan Komunikasi.

Alhamdulillah penulis telah selesai menyelesaikan studi S1 nya pada bidang Teknik Desain Sistem Mekanikal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar dengan judul tugas akhir “Perancangan dan Analisa Statik pada *Chassis Prototype* Mobil Listrik Hemat Energi “Uleebalang Teuku Umar Muda” di bawah bimbingan Bapak Ir. Sulaiman Ali, S.T., M.T. Jika ingin menyampaikan kritik, saran yang bersifat membangun, penulis dapat dihubungi melalui email: [farisalhokaman@gmail.com](mailto:farisalhokaman@gmail.com)