

## ANALISIS MATERIAL KONTRUKSI CHASIS MOBIL LISTRIK LAKSAMANA V2 MENGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

Aris Toteles<sup>1</sup> Firman alhaffis<sup>2</sup>

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin,  
Politeknik Negeri Bengkalis

Bengkalis, Indonesia

Email: [arishtoteles99@gmail.com](mailto:arishtoteles99@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan mendapatkan material penyusun konstruksi yang lebih ringan dan kuat sebagai penyusun konstruksi chasis mobil listrik laksamana V2. Dengan menggunakan sistem komputasi *software Autodesk Inventor Pro 2020* dengan metode *Finite Element Analysis*. Proses analisis dilakukan di lab Desain dan Perancangan Teknik Mesin di kampus Politeknik Negeri Bengkalis. Pemodelan dilakukan dengan melakukan pengukuran dimensi konstruksi chasis mobil listrik Laksamana V2. Dengan melakukan analisis kekuatan konstruksi dan melakukan variasi material dengan tiga material yang digunakan yaitu *Stainless Steel*, Aluminium 6061 dan Baja karbon. Hasil penelitian didapatkan Baja karbon memiliki massa 27,2494 kg dengan memiliki kekuatan konstruksi berupa tegangan 77,3 Mpa, Regangan  $3744 \times 10^{-4}$ , *Displacement* 1,5 mm dan *Safety factor* 1,54

Kata kunci: Metode FEA, tegangan, regangan, material

### Abstract

*This study aims to obtain a lighter and stronger construction material for the construction of the Admiral V2 electric car chassis. By using the Autodesk Inventor Pro 2020 software computation system with the Finite Element Analysis method. The analysis process was carried out in the Mechanical Engineering Design and Design lab at the Bengkalis State Polytechnic campus. Modeling is done by measuring the construction dimensions of the Admiral V2 electric car chassis. By analyzing the strength of the construction and varying the materials with the three materials used, namely stainless steel, 6061 aluminum and carbon steel. The results showed that carbon steel has a mass of 27.2494 kg with a construction strength of 77.3 Mpa stress,  $3744 \times 10^{-4}$  strain, 1.5 mm displacement and a safety factor of 1.54.*

*Keywords: FEA method, Stress, strain, material*

## PENDAHULUAN

Kendaraan merupakan sarana transportasi yang sangat penting penggunaannya pada saat ini. Perkembangan kendaraan saat ini begitu pesat dengan digunakannya beberapa alternatif energi untuk menghasilkan daya pada kendaraan tersebut. Kendaraan dengan menggunakan energi listrik mengalami perkembangan yang cukup besar dimana semakin beralihnya kendaraan dengan sumber energi yang menggunakan *Ignition Combustion Engine Vehicle* (ICEVs) menjadi kendaraan dengan menggunakan energi listrik atau *electric vehicle* (EVs). Perkembangan kendaraan listrik akan sangat pesat dengan adanya kompetisi untuk membuat

kendaraan yang layak dipasarkan. Salah satu kompetisi yang diadakan di Indonesia yaitu Kontes Mobil Listrik Indonesia yang merupakan kompetisi tingkat mahasiswa.

Chasis kendaraan merupakan rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin penumpang, serta beban-beban lain. Biasanya chasis terbuat dari kerangka baja yang memegang *body* dan *engine* dari sebuah kendaraan. Saat proses manufaktur *body* kendaraan dibentuk sesuai dengan struktur chasis-nya. Chasis mobil biasanya terbuat dari logam atau pun komposit. Material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan.

Politeknik Negeri Bengkalis merupakan perguruan tinggi vokasi yang telah memiliki tim mobil listrik dengan nama LECT ( *Laksamana Electric Cars Team*) dengan mobil bernama Laksamana V2. Chasis mobil yang dibuat adalah jenis

*tubular space frame*. Mobil listrik Laksamana V2 menggunakan material pipa galvanis dengan keunggulan murah, mudah didapat, ringan dan tidak mudah berkarat. Mobil listrik laksamana V2 mengalami *overdesain* diakibatkan beberapa faktor salah satunya berat material yang digunakan pada konstruksi chasis. Dalam hal ini perlu dilakukan analisis untuk mengetahui kekuatan material yang digunakan sebagai konstruksi chasis terhadap beban statik yang diterima konstruksi yang kemudian akan divariasikan dengan material lain untuk memperoleh material yang memiliki kekuatan yang kuat menahan beban statik dan dengan konstruksi chasis yang lebih ringan.

Analisis yang dilakukan menggunakan sistem komputasi dengan metode Metode FEA (*Finite Element Analysis*). Metode ini dapat menyelesaikan masalah struktur kompleks pada mekanika benda padat untuk menghasilkan solusi berupa tegangan, regangan, defleksi hingga umur *fatigue*. Keunggulan dari metode FEA adalah penggunaan waktu dan biaya yang minimum, bahkan metode ini dapat digunakan sebelum *prototype* yang sebenarnya dengan menggunakan *software autodesk inventor*. Dari uraian di atas peneliti mengambil judul penelitian “Analisis Kontruksi Chasis Mobil Listrik Laksamana V2 Menggunakan *Software Autodesk Inventor*”.

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka didapat rumusan masalah yang bisa diambil oleh penulis yaitu Material apa yang lebih ringan dan memiliki kekuatan yang kuat sebagai penyusun konstruksi chasis mobil listrik Laksamana V2. Penelitian ini bertujuan mendapatkan material penyusun konstruksi yang lebih ringan dan kuat sebagai penyusun konstruksi chasis mobil listrik laksamana V2.

Setiap material (benda) adalah elastis pada keadaan alaminya. Maka jika gaya luar yang bekerja pada benda tersebut akan mengalami deformasi tahanan ini yang dipersatukan luas diistilahkan tegangan. Besarnya gaya yang bekerja dibagi dengan luas penampang didefinisikan sebagai tegangan (*stress*). Gaya yang bekerja sebanding dengan panjang benda dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Besarnya gaya yang bekerja dibagi dengan luas penampang didefinisikan sebagai tegangan (*stress*).

Regangan didefinisikan sebagai hasil bagi antara pertambahan panjang dengan panjang awal. Contohnya benda yang menggantung pada tali, menimbulkan gaya tarik pada tali, sehingga tali memberikan perlawanan berupa gaya dalam yang sebanding dengan berat beban yang dipikulnya (gaya aksi = reaksi). Respon perlawanan dari tali terhadap beban yang bekerja padanya akan mengakibatkan tali menegang sekaligus juga meregang sebagai efek terjadinya pergeseran internal di tingkat atom pada

partikel-partikel yang menyusun tali, sehingga tali mengalami pertambahan panjang.

Modulus elastisitas sering disebut sebagai *Modulus Young* yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis, sehingga modulus elastisitas menunjukkan kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembali lagi kebentuk semula bila diberi beban. Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material, sehingga semakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi gaya. Jadi, semakin besar nilai modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Besarnya pertambahan panjang yang dialami oleh setiap benda ketika merenggang adalah berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung dari elastisitas bahannya.

*Finite Element Analysis* (FEA) atau disebut juga metode elemen hingga. Metode elemen hingga ini adalah metode yang sampai saat ini terbukti cukup berhasil dengan baik digunakan untuk menganalisis tegangan-tegangan yang terjadi pada struktur. Konsep dasar dari metode ini adalah diskritasi yaitu membagi benda menjadi bentuk-bentuk yang lebih kecil di mana masih mempunyai sifat yang sama seperti benda penyusunnya. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari suatu gejala fisis. Tipe masalah teknis dan matematis fisis yang dapat diselesaikan dengan metode elemen hingga terbagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok analisa struktur dan kelompok masalah-masalah non struktur. Tipe-tipe permasalahan struktur meliputi Analisa tegangan (*stress*), *buckling*, dan getaran, sedang permasalahan non struktur meliputi perpindahan panas dan massa, mekanika fluida, dan distribusi dari potensial listrik dan potensial magnet.

*Autodesk Inventor* merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti desain produk, desain mesin, desain  *mold*, desain konstruksi, atau keperluan teknik lainnya. *Autodesk inventor* adalah program pemodelan *solid* berbasis fitur parametrik, artinya semua objek dan hubungan antargeometri dapat dimodifikasi kembali meski geometrinya sudah jadi, tanpa perlu mengulang lagi dari awal. Hal ini sangat memudahkan kita ketika sedang dalam proses desain suatu produk atau rancangan. Untuk membuat suatu model 3D yang *solid* ataupun *surface*, kita harus membuat *sketch* nya terlebih dahulu atau mengimpor gambar 2D dari Autodesk Autocad. Setelah gambar atau model 3D tersebut jadi, kita dapat membuat gambar kerjanya menggunakan fasilitas *drawing*.

## Stress Analysis

*Stress analysis* merupakan salah satu alat pengujian struktur pada *Autodesk Inventor* yang dilakukan dengan menerapkan konsep *Finite Element Analysis (FEA)*. Cara kerjanya adalah dengan memecah suatu objek struktur yang akan diuji menjadi elemen – elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain yang akan dikelola dengan perhitungan khusus oleh *software*, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat.

## Frame Analysis

Selain *stress analysis*, pada *autodesk inventor* juga terdapat alat pengujian struktur yang lain, yaitu *frame analysis*. Konsep dari pengujian ini adalah dengan menerapkan ilmu mekanika teknik yaitu berkaitan dengan struktur *truss*, *beam*, dan *frame*. Input data beban dan tumpuan, sedangkan outputnya diagram tegangan, regangan dan *displacement*.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini.

#### 1. Komputer

Merupakan perangkat pengelolaan informasi yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data.

#### 2. Software Autodesk Inventor professional 2020

Merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti desain produk, yang digunakan untuk melakukan pemodelan desain dan melakukan Analisis von mises pada konstruksi chasis mobil listrik laksamana V2.

#### 3. Meteran

Meteran digunakan pada saat pengukuran langsung dimensi rangka chasis mobil listrik yang akan di buat pemodelan dengan menggunakan Autodesk Inventor.

#### 4. Jangka Sorong (sigmat)

Jangka sorong (sigmat) digunakan untuk mengukur diameter rangka yang berbentuk silinder.

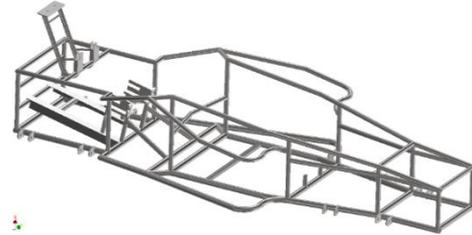
#### 5. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat setiap komponen mobil listrik untuk pengambilan data beban tetap pada chasis mobil listrik Laksamana V2.

## Bahan

Ada beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

#### 1. Desain konstruksi chasis mobil listrik Laksamana V2



**Gambar 1 Desain Kontruksi Chasis mobil Listrik Laksamana V2**

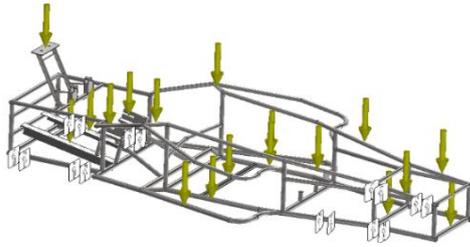
#### 2. Berat beban tetap pada konstruksi chasis mobil listrik Laksamana V2

**Tabel 1 Berat Berat Tetap Kontruksi Chasis**

NO	NAMA	JUMLAH	BERAT (kg)
1	Batrai GS <i>Calcium Batrai</i> (kanan)	2	24,4
2	Batrai GS <i>Calcium Batrai</i> (kiri)	2	24,4
3	<i>Contoller</i> kedudukan	1	7
4	Motor BLDC	1	13,3
5	Gerdan Mobil	1	12,2
6	<i>Rack and Pinion</i>	1	5
7	Body Depan Fiber	1	13
8	<i>Bemfer</i> Mobil	1	3,5
9	<i>Driver</i>	1	60
10	Fiber Bagian Tengah	2	10,7
11	Fiber Bagian Belakang	1	5
<b>Total</b>			162,8

Sumber : Data Penelitian

#### 3. Arah beban tetap yang di terima konstruksi chasis mobil listrik Laksamana V2



**Gambar 2 Arah Beban Tetap Kontruksi Chasis**

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian mencakup langkah-langkah pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir. Untuk mencapai tujuan dan sebagai kerangka pemikiran penelitian, direncanakan metodologi dengan ringkasan sebagai berikut:

1. Tahapan dalam penelitian ini diawali dengan penentuan masalah, dan masalah yang diangkat pada penelitian ini yaitu masalah besarnya untuk mengetahui kekuatan kontruksi chasis mobil listrik laksamana V2 dengan terhadap tegangan von mises
2. Pada tahap ini dilakukan pembuatan model yang didasarkan pada pengamatan dan pengukuran manual/langsung pada struktur kontruksi chasis mobil listrik Laksamana V2 yang diteliti. Langkah-langkah dalam permodelan sebagai berikut:
  - a. Melakukan pengamatan dan pengukuran langsung pada kontruksi chasis mobil listrik Laksamana V2 yang akan diteliti.
  - b. Pengambilan foto kontruksi chasis mobil listrik Laksamana V2 sebagai acuan dalam permodelan dan sebagai bahan dokumentasi.
  - c. Penggambaran geometri kontruksi chasis sesuai foto dan data yang telah diperoleh dari pengukuran.
  - d. Permodelan atau mendesain gambar kontruksi chasis mobil listrik Laksamana V2 dalam bentuk tiga dimensi.
3. Pemasukan data material di Autodesk Inventor dapat diakses melalui menu Engineering Data. Data untuk pipa galvanis yang digunakan dalam pembuatan kontruksi chasis mobil listrik diperoleh dari hasil observasi dan pengujian pada kontruksi chasis.
4. Tahapan berikutnya ialah pengasumsian beban desain yang digunakan untuk memudahkan dalam melakukan analisis. Adapun beberapa asumsi yang diperlukan dalam analisis tegangan adalah.
5. Beban kelengkapan mobil listrik (chasing body, motor, baterai, Controller, penumpang dan lain-lain).

6. Pengujian kontruksi chasis mobil listrik dilakukan dengan menggunakan software Autodesk Inventor profesional 2020.
7. Interpretasi Hasil (output) analisis berupa data distribusi tegangan, regangan, displacement dan safety factor yang ditampilkan dalam kontur warna pada geometri rangka chasis mobil listrik serta angka-angka dan grafik yang menunjukkan besarnya tegangan, regangan, displacement dan safety factor yang terjadi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

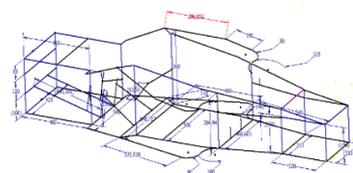
#### Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan pada bab 1 telah ditemukan beberapa masalah, yaitu mobil listrik Laksamana V2 mengalami *overdesign* (desain berlebihan) hal ini dikarenakan salah satu faktornya adalah penggunaan material yang kurang efektif serta rancangan desain rangka yang berlebihan dari beban yang diterima. Sehingga dilakukan analisa tegangan (*strees analysis*) terhadap rangka mobil listrik Laksamana V2 dengan mengetahui perbandingan kekuatan kontruksi terhadap beban statik yang diterima.

#### Pemodelan Desain Rangka Laksamana V2

Pemodelan merupakan penggambaran kembali rangka Laksamana V2 dengan menggunakan software Autodesk Inventor profesional 2020. Adapun prosedur yang dilakukan dalam proses pemodelan adalah sebagai berikut :

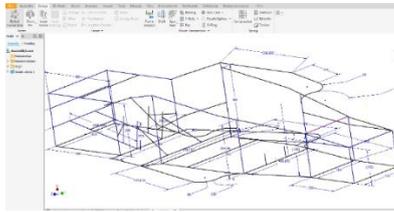
1. Pengukuran dimensi rangka dengan menggunakan meter, pengukuran ini dilakukan dengan membongkar komponen penyusun pada rangka utama mobil
2. Penggambaran desain rangka dengan menggunakan Autodesk Inventor dimulai dengan penggambaran sketsa dua dimensi pada pemodelan *Part* yang digambar dengan menggunakan *Plan* pada *tool inventor*.



**Gambar 3 Desain Sketsa 2 Dimensi**

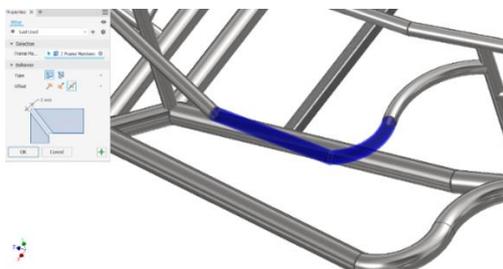
3. Pembentukan pemodelan rangka, yaitu dengan menggunakan *layout assembly* dengan memasukkan desain part dua dimensi

menggunakan *tools Place component*. Pembentukan pemodelan rangka dilakukan dengan *tools Frame Generator*



Gambar 4 Layout Assembly

4. Insert Frame, merupakan tools dari frame generator yang berfungsi melakukan input rangka penyusun dengan berbagai standart dan variasi ukuran serta jenis material yang digunakan telah tersedia pada insert frame.
5. Verifikasi material pada pada desain rangka dua dimensi. Bahan yang digunakan yaitu pipa galvanized dengan ukuran pipa 1/2 inchi (21,3 mm x 1.6 mm) dan pipa 3/4 inchi (27 mm x 1,6 mm) menggunakan standart ISO
6. Penggabungan Frame, yaitu melakukan penyambungan pipa satu kesatuan dengan menggunakan tools miter untuk penyambungan sudut dengan jarak antar pipa 0 mm untuk dilakukan penyambungan dan clout untuk penyambungan mengikuti alur.



Gambar 5 Miter

**Proses Analisa Tegangan (Stress Analysis)**

1. *Infut Materials Frame*

Rangka mobil listrik laksamana V2 menggunakan material *galvanized* pada rangka pipa utama dan juga terdapat beberapa bagian pada rangka utama yang menggunakan material *Steel mild* yang memiliki kekuatan mekanik material sebagai berikut :

**Tabel 2 Kekuatan Mekanik Galvanized**

Name	Steel,Galvanized	
General	Mass Density	1g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	207 Mpa

	Ultimate Tensile Strength	345 Mpa
Strees	Young's Modulus	200 Gpa
	Poisson's Ration	0.275 ul
	Shear Modulus	76,9231 Gpa

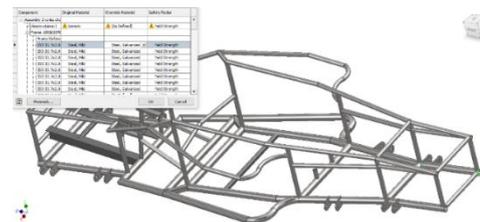
Sumber : Report *Strees Analysis*

**Tabel 3 Kekuatan Mekanik Steel Mild**

Name	Steel Mild	
General	Mass Density	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	207 Mpa
	Ultimate Tensile Strength	345 Mpa
Strees	Young's Modulus	220 Gpa
	Poisson's Ration	0.3 ul
	Shear Modulus	86,2745 Gpa

Sumber : Report *Strees Analysis*

Input data material dilakukan pada *tools assign materials*. Data material secara umum telah terdapa pada *inventor*, data material umum pada rangka menggunakan *steel mild* dan data material khusus diisi pada kolom *Override Materials* dengan menggunakan material *galvanized*.



Gambar 6 Assign Materials

2. *Constraint/ Titik Pegangan*

Pada *strees analysis inventor* terdapat tiga jenis *constraints* yang bisa digunakan yaitu *fixed constraints* (tetap), *Pin* (momen), *frietionless* (tampa gesekan). Untuk simulasi *strees analysis* rangka mobil dengan beban statik menggunakan *fixed constraint* sebagai tumpuan yang dipasang pada setiap *lower plinger* penghubung dengan jumlah 16 *fixed constraint*.



Gambar 7 Fixed Constraint

### 3. Loads ( Menentukan Vektor)

Rangka mobil listrik laksamana V2 mengguakan gaya pebebanan statik dengan searah sumbu y pada pemodelan rangka atau dari arah atas ke bawah. Pada *software inventor* untuk melakukan *strees analysis* pembebanan dihitung dalam satuan Newton sehingga perlu dilakukan konversi satuan dari kg ke Newton.

**Tabel 4 Beban Rangka Mobil.**

NO	NAMA	JUMLAH	BERAT (kg)	BEBAN (Newton)
1	Batrai GS Calcium Batrai (kanan)	2	24.4	239,12
2	Batrai GS Calcium Batrai (kiri)	2	24,4	239,12
3	Contoller dan kedudukan	1	7	68,6
4	Motor BLDC	1	13,3	130,34
5	Gardan Mobil	1	12,2	119,56
6	Rack and Pinion	1	5	49
7	Body Fiber Depan	1	13	127,4
8	Bemfer Mobil	1	3,5	34,335
9	Driver	1	60	588
10	Fiber Bagian Tengah	2	10,7	104,967
11	Spoiler	1	5	49.05
<b>Total</b>			162,8	1597,068

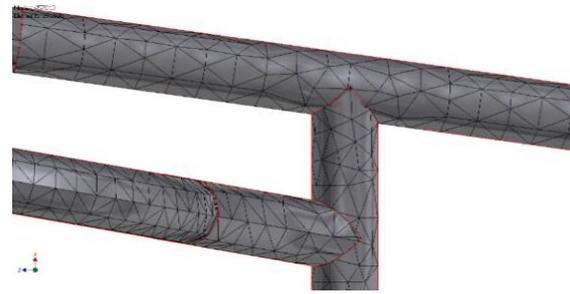
Sumber : Data Penelitian

Nilai pembebanan didapat dengan melakukan pembongkaran komponen penyusun pada rangka mobil listrik yang kemudian ditimbang menggunakan timbangan duduk dalam satuan kilogram yang selanjutnya dikonversi salam satuan Newton.

### 4. Mesh

*Mesh* berfungsi membagi suatu geomerti menjadi potongan-potongan kecil yang disebut elemen. Sudut setiap elemen adalah simpul dan perhitungan dilakukan di *node* sehingga elemen-elemen dan simpulan ini membentuk. Dalam penelitian ini, struktur rangka mobil laksamana V2 didiskritisasi (*Meshing*) dengan jumlah *Node*

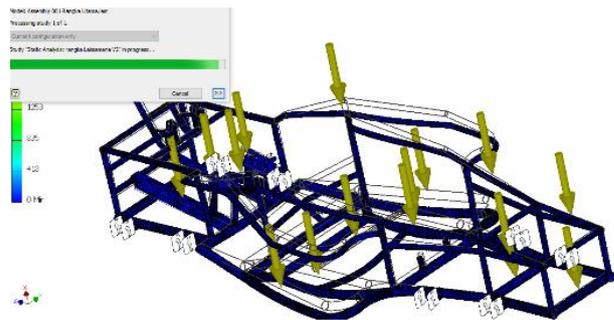
mencapai 609.923 dan elemen mencapai 296.806 dengan menggunakan mesh berbentuk segi tiga.



**Gambar 8 Mesh**

### 5. Running Simulation

Proses *Running* dilakukan setelah seluruh prosedur *Assing material, constraint, loads* dan *default meshing* dilakukan pada model rangka mobil tersebut. Proses *running* berjalan dengan pembacaan proses perhitungan metode *Finite Elemen Analysis* (FEA).



**Gambar 9 Running Simulation**

### Hasil Simulasi Stress Analysis

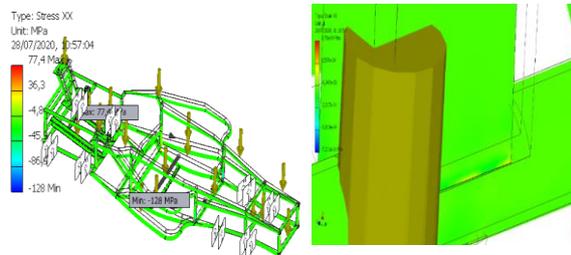
Pada simulasi stress analysis terdapat ketentuan untuk membaca hasil simulasi yang ditampilkan yaitu dengan ketentuan varian warna. Warna biru menunjukkan nilai minimum adapun warna hijau, kuning dan *orange* menunjukkan perubahan warna dari nilai minimum ke nilai maksimum sedangkan warna merah menunjukkan nilai maksimum yang terjadi.

Berdasarkan data *strees analysis* yang telah dilakukan simulasi didapatkan dari *Report Strees Analysis* bahwa kontruksi chasis dengan material galvanis memiliki massa 27,7699 kg, dengan volume chasis 3467500 mm<sup>3</sup>

#### 1. Strees (Tegangan)

Pada simulasi *strees analysis*, untuk analisa *strees* yang terjadi pada kontruksi chasis inventor membagi hasil analisis menjadi beberapa bidang yaitu bidang XX, XY, XZ, YY, YZ, ZZ. Pada penelitian ini hasil yang menjadi acuan hanya diambil

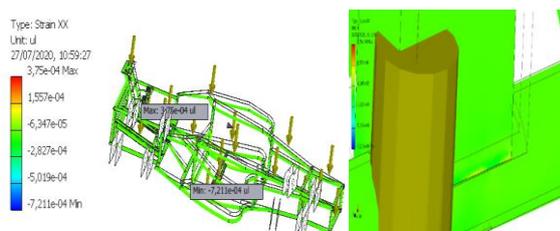
pada bidang XX. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada rangka mobil listrik laksamana V2 sebesar 77,3 Mpa yang mana tegangan yang terjadi ini pada bidang XX pada bagian komponen chasis yang merupakan tempat tumpuan dari *Spoiler*. *Strees* yang terjadi digambarkan dengan sedikit warna *orange* yang terdapat pada bagian yang terjadi *strees*.



Gambar 10 *Strees* Bidang XX

## 2. Strain (Regangan)

Pada simulasi *strees analysis*, untuk analisa *strain* yang terjadi pada kontruksi chasis inventor membagi pembacaan menjadi beberapa bidang yaitu bidang XX, XY, XZ, YY, YZ. Pada penelitian ini bidang yang menjadi acuan dalam menentukan *strain* yang terjadi adalah bidang XX. Nilai regangan yang terjadi pada rangka berdasarkan hasil simulasi *Strees analysis* yang dilakukan sebesar  $0,0003749 \text{ ul}$  ( $3749 \times 10^{-4}$ ). *Strain* yang terjadi pada bagian komponen chasis yang merupakan tempat tumpuan dari *spoiler*. *Strain* yang terjadi digambarkan dengan sedikit warna *orange* yang terdapat pada bagian yang terjadi *strain*.

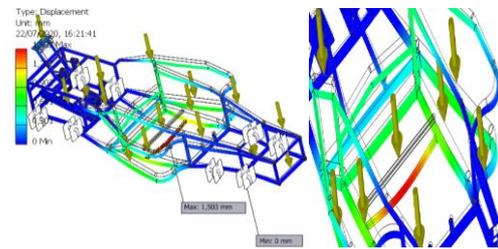


Gambar 11 *Strain* Bidang X

## 3. Displacement

Dari hasil simulasi *strees analysis* pada *inventor*, terjadinya *displacement* diuraikan dengan sumbu X, Sumbu Y, sumbu Z. Pada analisa ini nilai *displacement* diambil pada sumbu X dikarenakan penggambaran model kontruksi dengan menggunakan sumbu X. *Displacement* sumbu X dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan data *displacement* yang terjadi pada sumbu X dengan nilai maksimum yang terjadi sebesar 1,5 mm pada sumbu X yang berada pada bagian batangan tengah rangka

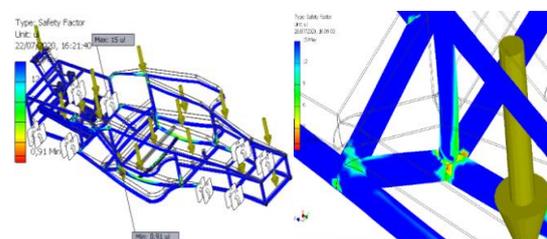
mobil yang merupakan tumpuan beban dari driver yang dapat dilihat dapat dengan orientasi warna dan angka yang tercantum dalam aplikasi setelah proses simulasi yang dilakukan



Gambar 12 *Displacement*

## 4. Safety Factor

*Safety factor* diperhitungkan dengan acuan pada hasil bagi dari besar tegangan izin dibagi dengan tegangan yang terjadi. Pada hasil simulasi dilakukan menunjukkan bahwa *safety factor* yang terjadi pada rangka mobil listrik Laksamana V2 terjadi sebesar 0,9 *safety factor* yang terjadi pada bagian pipa tegak penyambung pada pipa bagian tengah. Pada gambar simulasi ditunjukkan tingkatan nilai terendah pada *safety factor* ditunjukkan dengan warna kuning. Pada nilai *safety factor* yang terjadi pada kontruksi chasis dengan berbahan material galvanis kurang dari 1,0 sehingga dikatakan kurang baik.



Gambar 13 *Safety Factor*

Berdasarkan dari data simulasi *stress analysis* yang dilakukan pada rangka mobil listrik laksamana V2 didapatkan bahwa rangka mobil listrik mengalami *dicplacement* dan *safety factor*, dengan *Strees* yang dialami berada pada titik dibawah tegangan luluh atau *yield strength*. Sehingga kontruksi chasis dengan material galvanis masih dalam batas aman untuk menerima pembebanan statik. Dengan nilai yang masih berapa pada ambang aman sehingga kontruksi aman. namun pembebanan ini adalah pembebanan statik sehingga kontruksi hanya menerima beban dalam keadaan diam.

**KESIMPULAN**

Analisis menggunakan *Software Autodesk Inventor Pro 2020* dengan menggunakan fitur *stress analysis* didapatkan hasil dari *stress analysis* yang dilakukan pada rangka mobil listrik laksana V2 didapatkan bahwa rangka mobil listrik mengalami *dicplacement* dan *safety factor*, dengan *Strees* yang dialami berada pada titik dibawah tegangan luluh atau *yield strength* sehingga konstruksi chasis nyatakan aman terhadap pembebanan statik yang diterima.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Agustina Sri, Nalaprana Nugroho,(2015) Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik jurnal UNSRI
- [2] Andersson, Carl Eurenus, 2009, "Analysis of Composite Chassis", The Department of Applied Mechanics, Division of Vehicle Engineering and A utonomous Systems, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- [3] Masudi,nanang (2014) Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa ( Daya Output ) Sepeda Motor Listrik. Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya..
- [4] Fadila, Ary, 2012, Menggunakan Analisis Simulasi Struktur Chassis Mobil Mesin, USU Berbahan Besi Struktur Terhadap Beban Statik Dengan Perangkat Lunak Ansys 14, (ISSN 2338-1035), Universitas Sumatera Utara.
- [5] Mott, R. L. 2009. Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis. Translated by Rines, Agus Unggul Santoso, Wibowo Kusbandono, Rusdi Sambada, I Gusti Ketut Puja, dan A. Teguh Siswanto. Yogyakarta: ANDI.
- [6] Syarifuddi,hasan (2015).Analisis Tegangan Von Mises Pegas Daun Mobil Listrik Angkutan Massal Menggunakan Metode Elemen Hingga. Jurusan Tekniks Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- [7] Bambang Setyono, Setyo Gunawan (2015). Perancangan dan Analisis Chassis Mobil Listrik "Semut Abang " Menggunakan Software Autodesk Inventor Pro 2013, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 ISBN 978-602-98569-1-