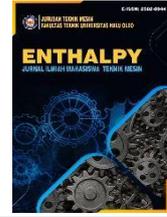




ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin

Journal homepage: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY>



Optimalisasi Perancangan *Chassis* Mobil Listrik Tipe *Prototype* Menggunakan *Autodeks Inventor*

Muhamad Fredyansah¹⁾, Yuspian Gunawan²⁾, Raden Rinova Sisworo³⁾

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A Makadompit, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu, Kendari 93232

Email: fredyansyah18@gmail.com

Article Info

Available online May 31, 2022

Abstrak

Mobil *Prototype* adalah kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi. Bagian yang penting pada kendaraan salah satunya *chassis* berfungsi menopang penumpang, mesin, body dan berat *chassis* itu sendiri maka perlu diadakannya pendesainan *chassis* yang ringan dan kuat. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui optimalisasi dan mempelajari tegangan, regangan, displacement dan faktor keamanan yang terjadi pada *chassis* mobil listrik tipe *prototype* yang dirancang. Pemodelan rancangan 3 dimensi dan simulasi dilakukan pada *Software Autodesk Inventor*. Berdasarkan hasil simulasi pembebanan 60kg bahan yang optimal adalah aluminium 6061 dibandingkan dengan aluminium 6063 dengan hasil yang didapatkan untuk tegangan, regangan, displacement, dan faktor keamanan. pada aluminium 6061 dengan nilai berturut-turut 59,712 MPa, 0,000796, 1,299 mm, 4,605. Sedangkan pada aluminium 6063 dengan nilai 59,628 MPa, 0,000806, 1,316 mm, 3,585. Semakin besar beban yang diberikan maka tegangan dan regangan semakin besar.

Kata kunci : *Chassis, desain, prototype, simulasi*

Abstract

Prototype cars are future vehicles with special designs that maximize efficiency. An important part of the vehicle, one of which is the chassis, which functions to support the passengers, engine, body and the weight of the chassis itself, so it is necessary to design a lightweight and strong chassis. The purpose of this research is to determine and study the stress, strain, displacement and safety factors that occur in the prototype type electric car chassis designed. 3-dimensional design modeling and simulations were performed on Autodesk Inventor software. Based on the simulation results of loading 60kg, the optimal material is aluminum 6061 compared to aluminum 6063 with the results obtained for stress, strain, displacement, and safety factor. on aluminum 6061 with successive values of 59.712 MPa, 0.000796, 1.299 mm, 4.605. While the aluminum 6063 with a value of 59.628 MPa, 0.000806, 1.316 mm, 3.585. The greater the load, the greater the stress and strain.

Key words: *Chassis, desingn, prototype, simulation*

1. Pendahuluan

Trend kendaraan masa depan mengarah pada mobil listrik, dikarenakan memiliki kelebihan yang dibutuhkan masyarakat masa depan diantaranya adalah tidak menghasilkan emisi gas buang, tidak ada polusi suara, bersih, mudah perawatan dan masih banyak keunggulan lainnya. Salah satu perkembangan mobil listrik dikalangan mahasiswa yaitu melalui kontes mobil hemat energi (KMHE), Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI), *Shell Eco*

Marathon (SEM). Salah satu kategori yang diperlombakan adalah mobil listrik tipe *prototype*, Mobil *Prototype* adalah kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi dengan berbagai macam kelas mesin penggerak [1]. Parameter-parameter yang harus diuji untuk upaya penghematan konsumsi energi pada mobil *prototype* antara lain : *chassis*, bentuk bodi mobil, serta mesin penggerak. *Chassis* yang dipilih adalah sasis yang ringan dan juga kuat untuk kategori mobil hemat energi *Prototype*. Melihat

fungsi dari chassis yang begitu besar yaitu menopang penumpang, mesin, bodi dan berat *chassis* itu sendiri maka perlu dilakukan pendesainan *chassis* dengan beberapa material yang tidak hanya kuat namun juga ringan.

Pada Penelitian terdahulu pertama melakukan penelitian Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype. Hasil simulasi menunjukkan besar tegangan von mises tertinggi terjadi di rangka dudukan roda depan, yaitu sebesar 52,48 MPa. *Displacement* maksimum terbesar pada rangka tengah penyangga tempat duduk pengemudi sebesar 0,477 mm dan terkecil pada rangka dudukan penggerak mobil hemat energi. *Safety factor* minimum sebesar 5,24 terletak pada rangka penyangga roda depan dan *safety factor* maksimum sebesar 15 terletak pada rangka depan mobil. Berdasarkan hasil analisis beban statis dapat disimpulkan bahwa desain *chassis* mobil hemat energi yang dirancang tersebut aman [1].

Penelitian terdahulu kedua Penelitian Perancangan Dan Analisa Simulasi *Chassis* Sepeda Wisata Untuk Dua Orang Penumpang Menggunakan *Software Autodeks Inventor Pro 2017*. Hasil pengujian menunjukkan *chassis* yang dirancang dapat menahan beban sebesar 163 kg, dan sesuai dengan hasil simulasi pembebanan menggunakan *software autodeks inventor* menunjukkan bahwa rancangan konstruksi sepeda wisata aman dikendarai karena seluruh tegangan dibawah tegangan ijin material [2].

Penelitian terdahulu ketiga mengenai merancang Perancangan dan Analisis Chassis Mobil Listrik "Semut Abang " Menggunakan *Software Autodeks Inventor Pro 2013*. Hasil pengujian menunjukkan beberapa variabel penting tentang tegangan Von Mises, regangan, serta *safety factor* [3].

Rangka

Chassis adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, Mesin, penumpang, sistem kemudi, dan segala peralatan kenyamanan yang semuanya diletakan di atas rangka. *Chassis* merupakan bagian yang sangat penting bagi kekuatan kendaraan. Perancangan *chassis* yang tepat akan memberikan hasil yang optimal antara tingkat keamanan dan ukuran konstruksi [3].

Pemilihan Logam

Logam adalah unsur yang mempunyai sifat-sifat kuat, liat, keras, penghantar listrik dan panas, serta mempunyai titik cair tinggi. Biji logam

ditemukan dengan cara penambangan yang terdapat dalam keadaan murni atau bercampur biji logam lain, logam yang ditemukan dalam keadaan murni yaitu seperti emas, perak, bismut, platina dan ada juga yang bercampur dengan unsur karbon, sulfur, fosfor, silikon, serta kotoran seperti tanah liat, pasir dan tanah [4].

Tabel 1. Macam macam alumunium dan paduannya serta kode penamaan

| | | |
|-------------------------------------|--|--|
| Al paduan untuk dimesin atau rangka | Paduan jenis tidak dapat di perlakuan panas non heat-treable | Al murni (seri 1000) paduan Al-Mn (seri 3000) paduan Al-Si (seri 4000) paduan Al-Mg (seri 5000) |
| | Paduan jenis dapat perlakuan panas | paduan Al-Cu (seri 2000) paduan Al-Mg-si (Seri 6000) paduan Al-Zn (seri 7000) |
| Al paduan untuk coran | Tidak dapat perlakuan panas | paduan Al-si (Silumin) paduan Al-Mg (Hydronarium) |
| | Dapat perlakuan panas | paduan Al-Cu (Lautal) paduan Al-Si-Mg (siluminLO) |

Perancangan

Perancangan adalah suatu kumpulan keputusan yang dibuat dalam menentukan proses yang digunakan untuk menentukan bentuk objek dari kebutuhan yang diinginkan. Secara umum perancangan dapat diartikan sebagai kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang keberadaanya dibutuhkan oleh seseorang atau suatu kelompok untuk memudahkan pekerjaan [5].

Perhitungan Rangka

Perhitungan rangka merupakan hal yang paling vital yang harus dilakukan sebab pada proses ini semua variabel akan dihitung dengan menggunakan rumus sehingga menghasilkan suatu produk yang aman untuk digunakan [2].

Massa Balok

Balok adalah elemen struktur yang berfungsi menyalurkan beban ke kolom. Balok merupakan bagian dari struktur inti rangka, balok ini yang akan menerima beban aksial, pada kondisi tertentu beban aksial ada yang diabaikan sehingga tetap sebagai balok [6].

Adapun rumus yang digunakan meliputi:

$$m \text{ kubus} = (W + H) \times 2 \times L \times B \times B_j \quad (1)$$

Dimana :

W = panjang kubus (mm)

H = tinggi kubus (mm)

L = panjang total (mm)
 B = Tebal (mm)
 Bj = berat jenis (mm)

Teori pembebanan

Roda merupakan tumpuan akhir yang menerima pembebanan dari *chassis* maupun penumpang sehingga dalam hal ini roda mempunyai pembebanan yang berbeda antara roda belakang dan roda depan. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan perhitungan pembebanan yang ada pada roda depan dan roda belakang [7].

Teori Tegangan Dan Regangan

Tegangan merupakan gaya yang diberikan terhadap suatu benda sehingga benda tersebut mengalami perubahan bentuk. Sedangkan regangan merupakan pertambahan panjang yang di sebabkan oleh beban gaya yang bekerja. Pada daerah elastis, besarnya tegangan berbanding lurus dengan regangan. Perbandingan ini dinamakan modulus elastis atau *modulus young* yang mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2)$$

Dimana :

E = Modulus elastis (MPa)
 σ = tegangan yang terjadi (MPa)
 ϵ = regangan [8]

Untuk mengetahui kekuatan dari bahan perlu dihitung berdasarkan tegangan dan regangannya, kekuatan dapat dicari melalui persamaan berikut : [9].

Menentukan tegangan ijin (σ_{izin})

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_{max}}{sf} \quad (3)$$

Dimana :

σ_{max} = tegangan maksimal (N/mm²)

Sf = faktor keamanan

Menentukan momen (M)

$$M = F \frac{L}{4} \quad (4)$$

Dimana :

M = momen (N.mm)

L = jarak (mm)

F = gaya (N)

Menentukan inersia (I)

$$I = \frac{BD^3}{12} - \frac{bd^3}{12} \quad (5)$$

Dimana :

I = inersia (mm⁴)

B = lebar penampang luar (mm)

D = tinggi penampang luar (mm)

b = lebar penampang dalam (mm)

d = lebar penampang dalam (mm)

Menentukan tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{M}{I} \quad (6)$$

Dimana :

σ = tegangan (N/mm²)

M = momen (N.mm)

I = Inersia (mm³)

Menentukan *displacement*

$$\delta = \frac{F.L^3}{48.E.I} \quad (7)$$

Dimana :

δ = *displacement* (mm)

L = jarak (mm)

E = Modulus Elastisitas (N/mm²)

I = inersia (mm⁴)

Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Faktor keamanan merupakan rasio dari tegangan maksimum dengan tegangan kerja atau desain, yang secara matematis sebagai berikut [10]:

$$SF = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{kerja}} \quad (8)$$

Dimana :

σ_{max} = tegangan maksimum (Mpa)

σ_{kerja} = tegangan kerja (Mpa)

Autodesk Inventor

Autodesk inventor merupakan perangkat pemodelan parametrik 3D. Istilah parametrik mengacu pada penggunaan parameter desain untuk membangun dan mengendalikan model 3D yang dibuat. Artinya , untuk membuat desain dimulai dengan sketsa dasar berupa pemodelan 2D sebagai penentuan dimensi dari gambar awal. Dalam sketsa ini dimensi digunakan sebagai parameter untuk mengontrol panjang dan lebar sketsa. Dengan para meter tersebut memudahkan dalam menentukan atau merubah dimensi dari sketsa [11].

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mouse, MW-210
- Satu unit laptop yang telah dilengkapi dengan *software Autodesk Inventor Profesional 2017*

Prosedur Penelitian

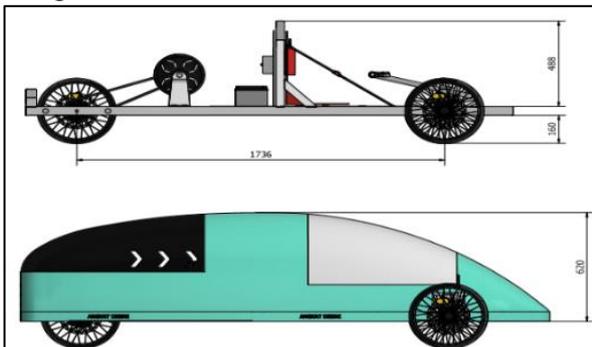
Adapun prosedur penelitian ini adalah :

- Alat disiapkan
- Data perencanaan disiapkan

Penelitian diawali dengan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan tentang perancangan chassis mobil listrik type *prototype*, terutama dalam perancangan konstruksi. Informasi dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku maupun jurnal. Kemudian, dilakukan pendesainan berupa pemodelan 3 dimensi chassis mobil listrik type *prototype* dan dilakukan analisa kekuatan konstruksinya menggunakan software. Apabila pada analisa rancangan tidak terjadi tegangan yang melebihi tegangan izin material, maka rancangan dikatakan aman.

Chassis mobil type *prototype* dirancang menggunakan 2 jenis material yaitu Almunium 6061 dan Almunium 6063 untuk mendapatkan perbedaan yang lebih optimal. Pemodelan rancangan 3 dimensi dan simulasi dilakukan pada Software Autodesk Inventor 2017. Simulasi dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari tegangan, regangan, *displacement* dan faktor keamanan yang terjadi pada *chassis* mobil listrik type *prototype* yang dirancang.

Adapun model mobil listrik type *prototype* sebagai berikut :



Gambar 1. Model mobil listrik type *prototype*

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian mobil listrik tipe *prtotype* :

Batang almunium campuran ISO 50 x 50 x 2.5, Setir kemudi, Kursi pengemudi, Baterai penggerak, Motor penggerak BLDC, Roda dan ban.

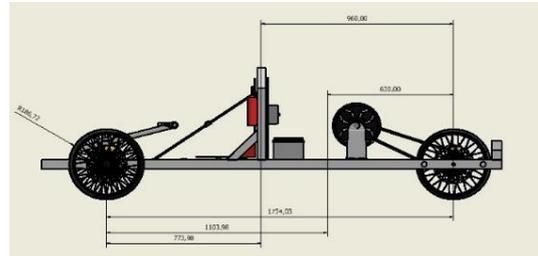
Analisa titik berat

Untuk menentukan titik berat pada *chassis* mobil listrik tipe *prototype* dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut:

Untuk massa total berat *chassis* dalam keadaan kosong adalah :

$$m \text{ chassis} + m \text{ motor BLDC} + m \text{ setir} + m \text{ baterai}$$

$10,503 \text{ kg} + 6 \text{ kg} + 1 \text{ kg} + 2 \text{ kg} = 19,503 \text{ kg}$, berat pada bagian belakang (mr), massa rangka chasis/2 + massa motor BLDC dan baterai = 12,251 kg, berat pada bagian depan (mf), massa rangka chasis/2 + massa setir = 6,251 kg.



Gambar 2. Analisa Titik Berat Dari Samping

Dimana :

Lf = jarak titik berat dari poros depan

Lr = jarak titik berat dari poros belakang

L = jarak sumbu roda

Wr = beban pada roda belakang

Wf = beban pada roda depan

H = tinggi titik berat

a. Dari data tersebut didapatkan jarak titik berat dari poros roda depan

$$L_f = \frac{m_r \cdot L}{m}$$

$$L_f = \frac{12,251 \text{ kg} \cdot 1734 \text{ mm}}{19,501 \text{ kg}}$$

$$L_f = 1089,341 \text{ mm}$$

b. Untuk menghitung jarak titik berat dari poros roda belakang menggunakan persamaan:

$$L_r = \frac{m_f \cdot L}{m}$$

$$L_r = \frac{6,251 \text{ kg} \cdot 1734 \text{ mm}}{19,501 \text{ kg}}$$

$$L_r = 555,83 \text{ mm}$$

c. Untuk mengetahui tinggi titik berat menggunakan persamaan:

$$H = r + hf$$

$$r = 186 \text{ mm}$$

Dimana,

$$hf = \frac{m_f \cdot L - m \cdot L_r}{m \cdot \tan \emptyset}$$

$$\sin \emptyset = r / L$$

$$= 0,186 \text{ m} / 1,734 \text{ m}$$

$$\emptyset = 0,107$$

Sehingga,

$$hf = \frac{m_f \cdot L - m \cdot L_r}{m \cdot \tan \emptyset}$$

$$hf = \frac{6,251 \text{ kg} \cdot 1,734 \text{ m} - 19,501 \text{ kg} \cdot 0,555 \text{ m}}{19,501 \text{ kg} \cdot \tan 0,107}$$

$$hf = 0,439 \text{ m} = 439 \text{ mm}$$

Penyelesaian,

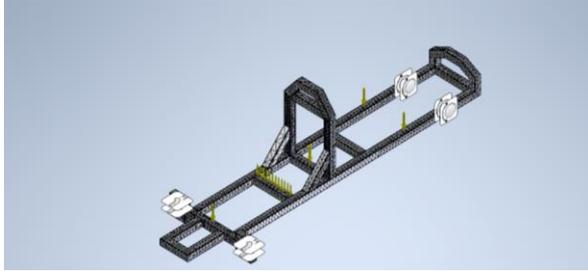
$$H = r + hf$$

$$= 186 \text{ mm} + 439 \text{ mm}$$

$$= 625 \text{ mm}$$

Perhitungan Kekuatan Rangka chasis

Perhitungan kekuatan rangka *chassis* dihitung berdasarkan perancangan yang telah dibuat menggunakan dua material yaitu aluminium alloy 6061 dan aluminium alloy 6063, titik pembebanan yang terjadi pada rangka *chassis* bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Titik pembebanan

Perhitungan yang dilakukan pada rangka chasis ini meliputi : tegangan ijin material, kekuatan *chassis*, tegangan maksimal, regangan, defleksi, dan faktor keamanan.

Tegangan ijin aluminium 6061

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\text{yield stress}}{Sf}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{276 \text{ N/mm}^2}{9}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = 30,6 \text{ N/mm}^2$$

Menghitung tegangan maksimal yang terjadi

Untuk menghitung tegangan maksimal yang dialami oleh rangka *chassis* digunakan beban terbesar yaitu pada bagian depan ($R_a = 356,319 \text{ N}$). Berdasarkan persamaan yaitu :

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I}$$

Untuk menentukan momen yang terjadi dapat digunakan persamaan :

$$M = \frac{F \cdot L}{4}$$

$$M = \frac{356,319 \text{ N} \cdot 2030 \text{ mm}}{4}$$

$$M = 174473,9 \text{ N.mm}$$

Untuk menentukan inersia dapat menggunakan persamaan :

$$I = \frac{BD^3}{12} - \frac{bd^3}{12}$$

$$I = \frac{50 \cdot 50^3}{12} - \frac{45 \cdot 45^3}{12}$$

$$I = 179.114,58 \text{ mm}^4$$

$$y = \text{Tinggi material} / 2$$

$$= \frac{50}{2}$$

$$= 25 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I}$$

$$\sigma = \frac{174473,9 \text{ N.mm} \cdot 25 \text{ mm}}{179.114,58 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma = 24,35 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan tegangan maksimum pada titik pembebanan, rancangan dikatakan aman apabila tegangan maksimum lebih kecil dibandingkan dengan tegangan izin material. Adapun tegangan izin material yaitu $30,6 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan hasil perhitungan adalah $24,35 \text{ N/mm}^2$, tegangan hasil perancangan lebih kecil daripada tegangan izin maka rancangan ini bisa dikatakan aman.

Menentukan regangan

Untuk mengetahui regangan yang terjadi pada suatu rancangan digunakan persamaan :

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas material aluminium 6061 (68900 N/mm^2)

Sehingga :

$$\epsilon = \frac{24,35 \text{ N.mm}^2}{68900 \text{ N.mm}^2}$$

$$\epsilon = 0,000353$$

Menentukan defleksi

Untuk menghitung defleksi digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\delta = \frac{F \cdot L^3}{48 E \cdot I}$$

$$= \frac{343,8 \text{ N} \cdot 1630 \text{ mm}^3}{48 \cdot 68900 \text{ N/mm}^2 \cdot 179.114,58 \text{ mm}^4}$$

$$= 1,959 \text{ mm}$$

Menentukan faktor keamanan

Berdasarkan persamaan 2.14 untuk menghitung faktor keamanan suatu rancangan menggunakan persamaan :

$$\epsilon = \frac{\text{yield stress}}{\text{tegangan kerja}}$$

$$\epsilon = \frac{276 \text{ N/mm}^2}{24,35 \text{ N/mm}^2}$$

$$\epsilon = 11,335$$

Dari hasil perhitungan faktor keamanan, didapat nilai 11,335 yang lebih besar dari 1 sehingga rancangan aman untuk digunakan. Hasil perhitungan manual kekuatan *chassis* keseluruhan untuk aluminium 6061 dan aluminium 6063

Tabel 2. Hasil perhitungan manual kekuatan chasis untuk beban 40 kg

| Perhitungan | Almunium 6061 | Almunium 6063 |
|--------------|---------------|---------------|
| Tegangan | 151,29 | 151,29 |
| Regangan | 0,0022 | 0,00218 |
| Displacement | 2,445 | 2,424 |
| Faktor | | |
| Keamanan | 1,824 | 1,415 |

Tabel 3. hasil perhitungan manual kekuatan chasis beban 50 kg

| Perhitungan | Almunium 6061 | Almunium 6063 |
|--------------|------------------|------------------|
| Tegangan | 184,23 | 184,23 |
| Regangan | 0,00267 | 0,00265 |
| Displacement | 2,977 | 2,951 |
| Faktor | | |
| Keamanan | 1,498 | 1,162 |

Tabel 4. Hasil perhitungan manual kekuatan chassis beban 60 kg

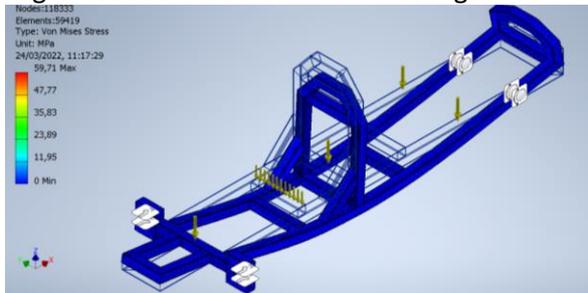
| Perhitungan | Alunium 6061 | Almunium 6063 |
|--------------|-----------------|------------------|
| Tegangan | 217,08 | 217,08 |
| Regangan | 0,00315 | 0,00312 |
| Displacement | 3,5 | 3,47 |
| Fktor | | |
| Keamanan | 1,271 | 0,986 |

Tabel 5. Hasil perhitungan manual kekuatan chassis beban 70 kg

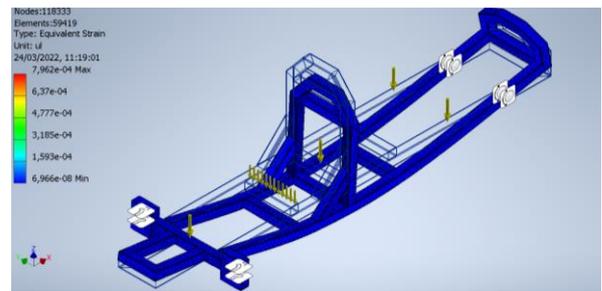
| Perhitungan | Almunium 6061 | Almunium 6063 |
|--------------|------------------|------------------|
| Tegangan | 250,02 | 250,02 |
| Regangan | 0,00363 | 0,0036 |
| Displacement | 4,041 | 4,006 |
| Faktor | | |
| Keamanan | 1,104 | 0,856 |

Simulasi Dengan Metode Stress Analisis

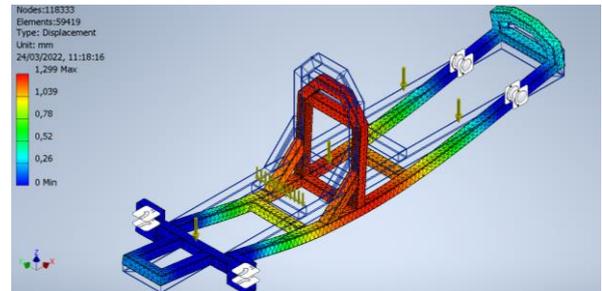
Proses simulasi menggunakan stress analisis dimulai dengan menentukan faktor-faktor yang menjadi parameter untuk diinput pada program analisa. Simulasi pembebanan dilakukan dengan memberikan beban pada tiap titik tumpuan dengan berat yang sama yaitu 60 kg beban penumpang dan 6 kg berat mesin. Adapun langkah-langkah sebelum analisa simulasi sebagai berikut :



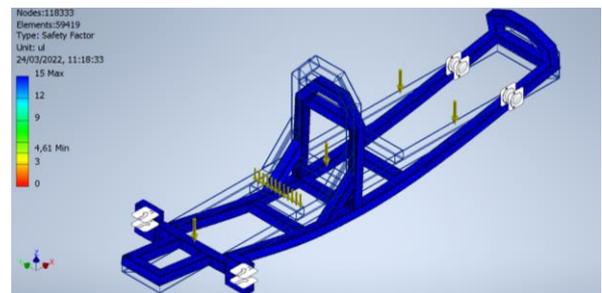
Gambar 4. Tegangan pada rangka aluminium 6061



Gambar 5.Regangan pada rangka aluminium 6061

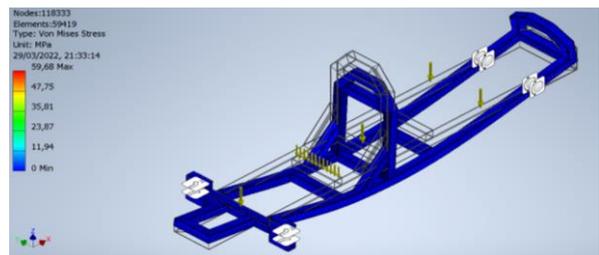


Gambar 6. Displacemet rangka aluminium 6061

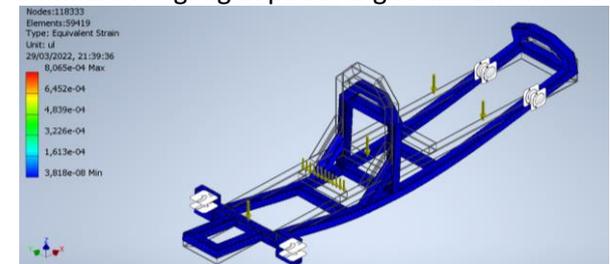


Gambar 7. Faktor keamanan rangka aluminium 6061

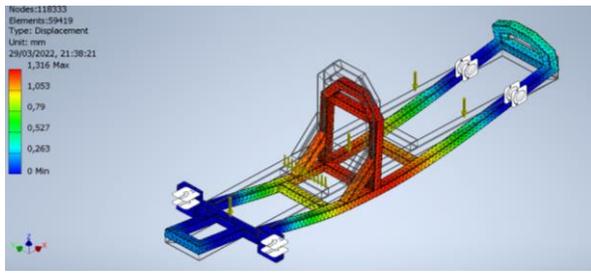
Proses Stress Analysis Aluminium 6063



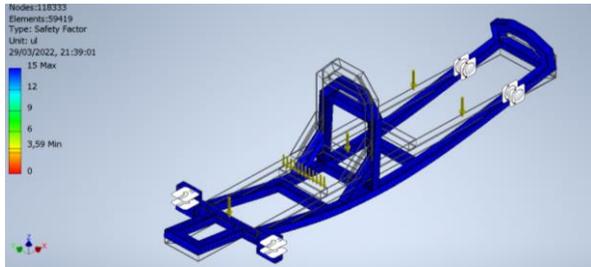
Gambar 8. Tegangan pada rangka aluminium 6063



Gambar 9. Regangan pada rangka aluminium 6063

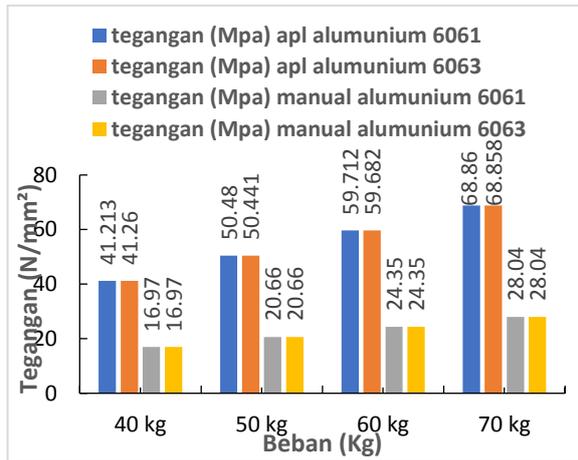


Gambar 10. Displacemet rangka aluminium 6063



Gambar 11. Faktor keamanan rangka aluminium 6063

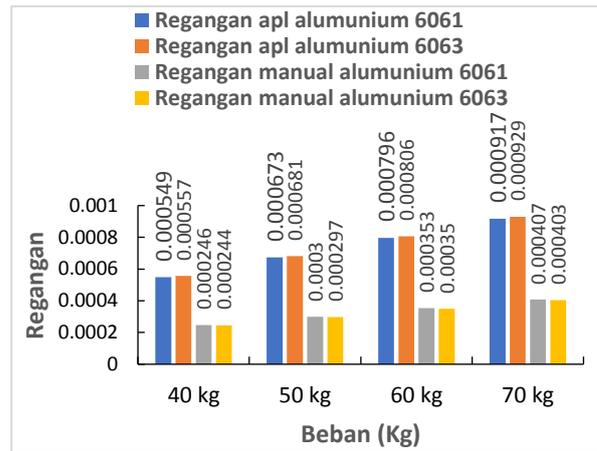
Perbandingan Tegangan Dengan Variasi Beban



Gambar 12. Grafik perbandingan tegangan dengan variasi beban

Gambar di atas menunjukkan pengaruh variasi beban terhadap tegangan pada rangka chasis mobil listrik tipe *prototype*. Nilai tegangan terbesar untuk rangka aluminium 6061 yaitu pada pembebanan aplikasi 70 kg sebesar 68,6 MPa sedangkan untuk rangka aluminium 6063 yaitu pada pembebanan pada aplikasi 70 kg sebesar 68,858 MPa dan nilai tegangan terendah untuk rangka aluminium 6061 yaitu pada pembebanan manual 40 kg sebesar 16,97 MPa sedangkan untuk rangka aluminium 6063 yaitu pada pembebanan manual 40 kg sebesar 16,97 MPa. Berdasarkan trend diatas menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterima oleh rangka chasis mobil listrik tipe *prototype* maka semakin besar tegangan yang terjadi.

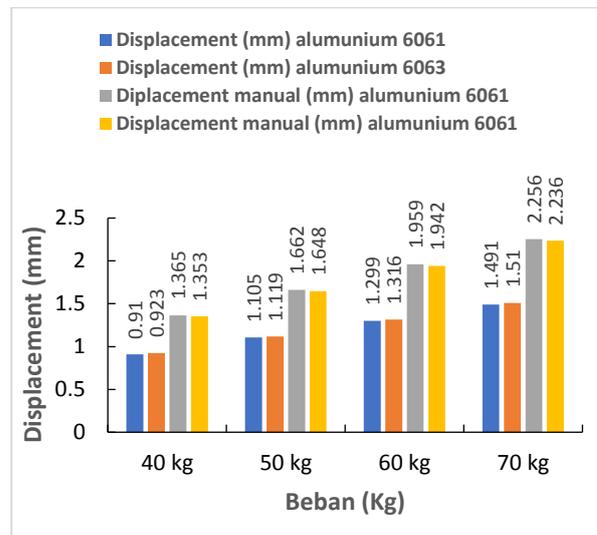
Perbandingan Regangan Dengan Variasi Beban



Gambar 13. Grafik pengaruh variasi beban terhadap regangan

Pada Gambar di atas menunjukkan perbandingan regangan *chassis* aluminium 6061 dan aluminium 6063 terhadap variasi beban pada rangka mobil listrik tipe *prototype*. Nilai regangan terbesar ditunjukkan pada pembebanan aplikasi 70 kg. Untuk jenis bahan aluminium 6061 sebesar 0,000929 dan untuk jenis bahan aluminium 6063 sebesar 0,000917. Sedangkan nilai tegangan paling rendah terjadi pada pembebanan manual 40 kg. Untuk jenis bahan aluminium 6061 sebesar 0,00246 dan untuk jenis bahan aluminium 6063 sebesar 0,000244. Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan terhadap rangka *chassis* mobil listrik tipe *prototype* maka semakin besar pula regangan yang diterima.

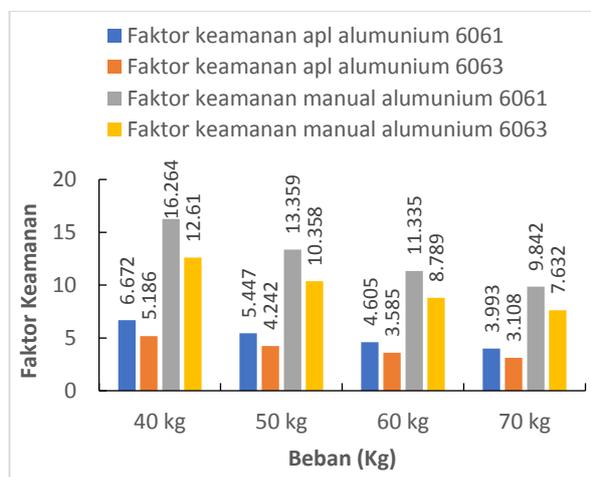
Perbandingan Displacement Dengan Variasi Beban



Gambar 14. Grafik pengaruh variasi beban terhadap displacement

Gambar menunjukkan perbandingan *displacement chassis* aluminium 6061 dan aluminium 6063 terhadap variasi beban pada rangka mobil listrik tipe *prototype*. Nilai *displacement* terbesar ditunjukkan pada pembenanan manual 70 kg. Untuk jenis bahan aluminium 6061 sebesar 2,256 mm dan untuk jenis bahan aluminium 6063 sebesar 2,236 mm. Sedangkan nilai *displacement* paling rendah ada pada pembebanan pada aplikasi 40 kg. Untuk jenis bahan aluminium 6061 sebesar 0,91 mm dan untuk jenis bahan aluminium 6063 sebesar 0,92 mm. Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan terhadap rangka chasis mobil listrik tipe *prototype* maka semakin besar pula *displacement* yang akan dialami.

Perbandingan Faktor Keamanan Dengan Variasi Beban



Gambar 15. Pengaruh variasi beban terhadap faktor keamanan

Pada Gambar menunjukkan perbandingan faktor keamanan chasis aluminium 6061 dan aluminium 6063 terhadap variasi beban pada rangka mobil listrik tipe *prototype*. Nilai faktor keamanan terbesar ditunjukkan pembebanan manual dengan beban 40 kg. Untuk jenis bahan aluminium 6061 sebesar 16,264 dan untuk jenis bahan aluminium 6063 sebesar 12,61. Sedangkan nilai faktor kemaan paling rendah ada pada pembebanan pada aplikasi dengan beban 70 kg. Untuk jenis bahan aluminium 6061 sebesar 3,993 dan untuk jenis bahan aluminium 6063 sebesar 3,018. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan terhadap rangka *chassis* mobil listrik tipe *prototype* maka semakin kecil faktor keamnan yang dihasilkan.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan hasil simulasi pembebanan 60 kg bahan yang optimal adalah aluminium 6061 dibandingkan dengan aluminium 6063. Pada aluminium 6061, nilai tegangan secara manual dan aplikasi software berturut-turut 24,35 MPa dan 59,712 MPa, regangan secara manual dan aplikasi software adalah 0,000353 dan 0,000796, defleksi secara manual dan aplikasi software adalah 1,959 mm dan 1,299 mm, faktor keamanan secara manual manual dan aplikasi software adalah 11,335 dan 4,605. Sedangkan pada aluminium 6063, nilai tegangan secara manual dan aplikasi software adalah 24,35 MPa dan 59,628 MPa, regangan secara manual dan aplikasi software adalah 0,00035 dan 0,000806 , defleksi secara manual dan aplikasi software adalah 1,942 mm dan 1,316 mm, faktor keamanan secara manual dan aplikasi software adalah 8,789 dan 3,585.
2. Semakin besar beban yang diberikan maka tegangan dan regangan yang diterima oleh rangka *chassis* tipe *prototype* akan semakin besar
3. Untuk faktor keamanan pada pembebanan 60 kg bahan aluminium 6061 didapatkan 4,605 untuk aplikasi *software* dan 11,35 untuk manual. Sedangkan pada bahan aluminium 6063 didapatkan faktor keamanan 3,585 untuk aplikasi dan 8,789 untuk hitungan manual. Faktor keamanan dianggap aman jika melebihi nilai 1 sehingga bahan aluminium 6061 dan aluminium 6062 pada rangka dinyatakan aman.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan, yaitu:

1. untuk penelitian yang lebih lanjut disarankan untuk memvariasikan bentuk rangka dari mobil listrik tipe *prototype*.
2. Proses yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan autodeks inventor sehingga untuk menjadi pembanding bisa diuji pada aplikasi lain sehingga didapatkan hasil yang lebih variatif.
3. Bagi yang ingin melakukan penelitian lanjutan bisa mengambil bagian perencanaan daya, bodi, power steering.

Daftar Pustaka

- [1] M. S. D. Ellianto and Y. E. Nurcahyo, "Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik Pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype," *Jurnal Engine: Energi, Manufacture, dan Material*, Vols. Vol.4, No.2, no. 2579-7433, pp. 53-58, 2020.
- [2] I. Adha, Samhudin and Salimin, "Perancangan dan Analisa Simulasi Pembebanan Chassis Sepeda Wisata Untuk Dua Orang Penumpang Menggunakan Software Autodesk Inventor 2017," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, pp. 1-12, 2018.
- [3] B. Setiono and S. Gunawan, "Perancangan dan Analisis Mobil Listrik "Semut Abang" Menggunakan Software Autodesk Inventor Pro 2017," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan 3, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, no. 978-602-98569-1-0, pp. 69-78, 2015.
- [4] G. Koumartzakis, P. Spanoudakais and N. C. Tsourveloudis, "Desain Development of A Prototype Electric Vehicles Chassis," *7th BEATA CAE International Conference*, pp. 1-7, 2017.
- [5] G. Dieter, *Engineering Design*, Singapore: Mc Graw- Hill Intl.Ed, 2000.
- [6] D. Wibawa, Y. S. Pramesti and A. Akbar, "Analisa Rangka Jaya Baya Prototype 2.0 Menggunakan Alumunium Tipe AA356," *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, pp. 188-193, 2021.
- [7] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro and W. Setiadi, "Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype "Ababil" dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Solidwork 2016," *URECOL*, pp. 96-105, 2018.
- [8] T. Aji, "Rancang Bangun Prototype Kendaraan Roda 4 Sederhana (Gokart) Berbiayaya Rendah," *Teknik Mesin Universitas Sunan Kalijaga Yogyakarta*, pp. 50-62, 2013.
- [9] M. S. Novian and Rahmawaty, "Perancangan Sasis Mobil Harapan dan Analisa Simulasi Pembebanan Statik Menggunakan Perangkat Lunak Ansys 14.0," *Teknik Mesin*, pp. 1-8, 2013.
- [10] Awali and Jatmiko, "Analisa Kegagalan Poros Dengan Metode Pendekatan Elemen Hingga," *Teknik Mesin Ubiversitas Muhamadiyah Metro*, 2013.
- [11] B. P. Kamiel, G. A. Nugraha and S. , "Perancangan dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Lipat Menggunakan Autodesk Inventor," *JMPM*, vol. 2, no. 2229, pp. 126-135, 2018.