

PERANCANGAN DAN SIMULASI DESAIN REAR SEAT FRAME SEPEDA MOTOR LISTRIK DENGAN MENERAPKAN KONSEP FINITE ELEMENT METODE

Ridwan Alawi^{1*)}, Gatot Eka Pramono¹⁾, Dwi Yuliaji¹⁾

¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*e-mail: ridwanalawi50@gmail.com

ABSTRAK

Komponen yang terpenting dalam pembuatan sepeda motor salah satunya yaitu rear seat frame yang berfungsi untuk mendukung keberadaan sipengendara, pegas dan balancing. Tipe sepeda motor yang digunakan jenis café racer. Untuk mengetahui pengaruh beban terhadap kekuatan konstruksi *rear seat frame* sepeda motor listrik menggunakan material *aluminium tube* 6061 T6. Konsep FEM adalah menyelesaikan suatu masalah dengan cara membagi objek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga, kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan komponen. Software yang digunakan adalah Autodesk Fusion 360. Optimalisasi melakukan pengujian statik desain rear seat frame dengan memberi beban 100 kg, 140 kg, dan 200 kg. Dari hasil pengujian statik di dapatkan pembebanan bertujuan untuk mendapatkan distribusi tegangan, displacement dan safety factor sehingga Simulasi desain awal didapatkan nilai kecil dengan stress 217,6 Mpa, defleksi 2,139 mm dan safety factor 0,2528 sehingga di lakukan optimasi dengan di desainnya desain baru. Melakukan Penambahan penampang di bagian siku belakang sangat berpengaruh pada kekuatan rear seat frame sehingga didapatkan desain baru yang kuat dan kokoh di dibandingkan desain awal. Desain baru di dapatkan perbandingan stress, defleksi dan safety factor yang dapat disimpulkan desain baru memiliki nilai simulasi lebih sebesar 39,350 Mpa, 0,9629 mm, dan 1,398 sehingga menjadi desain yang optimal.

Kata kunci : *Aluminium Tube 6061 T6, Café Racer, FEM, Rear Seat Frame*

ABSTRACT

One of the most important components in the manufacture of motorcycles is the rear seat frame which functions to support the presence of the rider, springs and balancing. The type of motorcycle used is a cafe racer type. To determine the effect of load on the strength of the rear seat frame construction of an electric motorcycle using 6061 T6 aluminum tube material. The concept of FEM is to solve a problem by dividing the object of analysis into finite small parts, then analyzing and combining the results to get a solution for all components. The software used is Autodesk Fusion 360. Optimization is doing static testing of the rear seat frame design by giving a load of 100 kg, 140 kg, and 200 kg. From the results of static testing, it is found that the load aims to get the distribution of stress, displacement and safety factor so that the initial design simulation obtained a small value with a stress of 217.6 Mpa, a deflection of 2.139 mm and a safety factor of 0.2528 so that optimization was carried out with a new design. Adding a cross section at the rear elbow greatly affects the strength of the rear seat frame so that a new design is obtained that is strong and sturdy compared to the initial design. The new design has a comparison of stress, deflection and safety factor which can be concluded that the new design has more simulation values of 39.350 Mpa, 0.9629 mm, and 1.398 so that it becomes the optimal design.

Keywords : *Aluminum Tube 6061 T6, Café Racer, FEM, Rear Seat Frame*

1. PENDAHULUAN

Keberlangsungan para pengguna bahan bakar fosil ini sudah cukup lama, dari dulu hingga sekarang ini menyebabkan timbulnya masalah-masalah lingkungan, salah satunya polusi udara

yang dihasilkan dari sisa pembakaran kendaraan bermotor.

Masalah energi terbarukan dan polusi yang dihasilkan oleh sepeda bermotor, salah satunya hal yang penting untuk menjadi perhatian demi keberlangsungan hidup dan berkembangnya teknologi dibidang otomotif.

Sepeda motor listrik merupakan salah satu kendaraan yang memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber tenaganya yang disimpan dalam baterai. Energi listrik digunakan untuk diubah menjadi energi gerak.

Komponen yang terpenting dalam pembuatan motor listrik salah satunya yaitu rear seat frame sepeda motor listrik. Dimana rear seat frame sepeda motor listrik ini berfungsi untuk mendukung keberadaan sipengendara, pegas dan balancing sepeda motor tersebut saat digunakan

Penulis disini akan membahas tentang perancangan desain rear seat frame dan mensimulasikan rear seat frame sepeda motor listrik. Tipe motor yang akan di rancang dan di buat ini akan menggunakan jenis café racer, karena peminatnya banyak bagi para penghobi otomotif dan jenis ini mudah di desain.

2.1 Perancangan

Perancangan terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan karena itu perancangan kemudian disebut sebagai proses yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut.

Maka suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban, baik dalam bentuk tegangan, rangangan, lentur maupun geser.

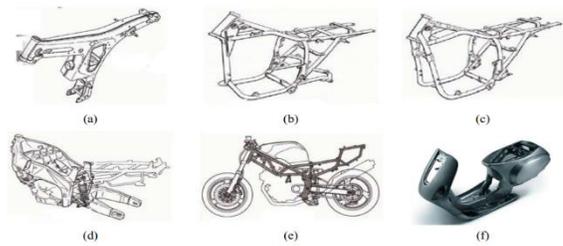
Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus di pertimbangkan dalam perancangan struktur. Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain :

1. Kekuatan (*strength*)
2. Elastisitas (*elasticity*)
3. Kekakuan (*stiffness*)
4. Keuletan (*ductility*)

2.2 Fungsi Dan Jenis Tipe Kerangka

Bagian terpenting pada kendaraan bermotor merupakan kerangka yang berfungsi untuk menopang berbagai macam komponen.

Jenis-jenis rangka yang digunakan pada sepeda motor (lihat gambar 2.1), yaitu: *spine* atau *backbone*, *single cradle frame*, *double cradle frame*, *perimeter frame*, *trellis frame* dan *monocoque frame*.



Gambar 1. Tipe-Tipe Rangka Motor

2.3 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan maka pemilihan bahan dan komponen merupakan faktor utama yang harus di perhatikan seperti jenis dan sifat bahan yang akan digunakan seperti sifat tahan terhadap korosi, tahan terhadap keausan, tekanan dan lain-lain sebagainya.

Faktor-faktor yang harus di perhatikan dalam pemilihan material dan komponen adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi bahan
2. Bahan mudah didapat



Gambar 2. Alumunium Tube 6061-T6 (*sumber: clintonaluminium.com 2021*)

3. Spesifikasi bahan yang dipilih

Tabel 1. Komposisi Mekanik Alumunium Tube 6061 T6

Density	2.7e-06 kg / mm ³
Young's modulus	68900 mpa
Poisson's ratio	0.33
Yield strength	276 mpa
Ultimate tensile strength	198 mpa
Thermal conductivity	0.23 w / (mm c)
Thermal expansion coefficient	2.36e-05 / c
Specific heat	897 j / (kg c)

4. Pertimbangan khusus

2.4 Momen Inersia Profil & Momen Tahanan Bahan

2.4.1 Momen Inersia Profil

suatu penampang dari komponen struktur akan diperlukan pada perhitungan-perhitungan tegangan lentur, tegangan geser, tegangan torsi, defleksi balok, kekakuan balok/kolom dan sebagainya.

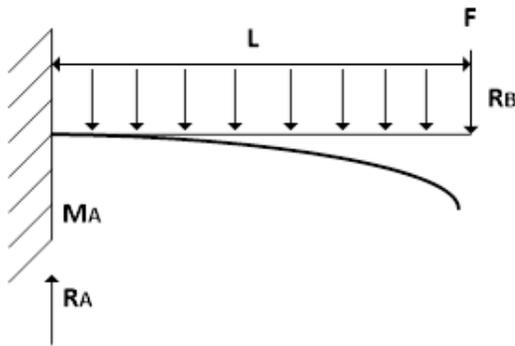
$$I = \pi d^3$$

a. Momen Inersia Profil Hollow Kotak

$$I = \frac{b \cdot h^3 - b_1 \cdot h_1^3}{12} = \frac{b \times h^3}{12}$$

2.4.2 Momen Tahanan Bahan

bekerja pada *rear seat frame*. Seperti pada gambar 2.7.



Gambar 3. Pembebanan Pada Batang Kantiliver

Maka reaksi tumpuan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\sum v = 0$$

$$R_A - F = 0$$

$$R_A = F$$

Momen lentur dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sum M_A = 0$$

$$M_A + F \cdot L = 0$$

$$M_A = -F \cdot L$$

Persamaan tegangan lentur menggunakan persamaan:

$$\sigma_L = \frac{M}{W_L}$$

Defleksi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$y_{maks} = \frac{F \cdot L^3}{3EI}$$

2.5 Aplikasi Autodesk Fusion 360

Sebuah perangkat berbasis *cloud* yang menggabungkan desain industrial dan mekanik 3d, kolaborasi, permesinan. Berada di pasaran hanya dalam waktu satu tahun lebih, *autodesk fusion 360* dirancang untuk memenuhi kebutuhan

pengembang produk dan pengusaha yang berubah.



Gambar 4. Display Aplikasi Autodesk Fusion 360

(Sumber: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>)

Autodesk fusion 360 juga menyediakan satu ruangan bagi seluruh anggota tim untuk berkolaborasi pada sebuah proyek.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2020 sampai bulan April 2021. Tempat penelitian dilakukan di lab Manufaktur program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor.

3.1 Bahan Dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam mendesain dan membuat *rear seat frame* motor listrik ini adalah sebagai berikut.

a. Bahan

Aluminium tube 6061-T6 dengan ukuran diameter 22 mm dan ketebalan 3 mm.

Table 3.2 Komposisi Mekanik

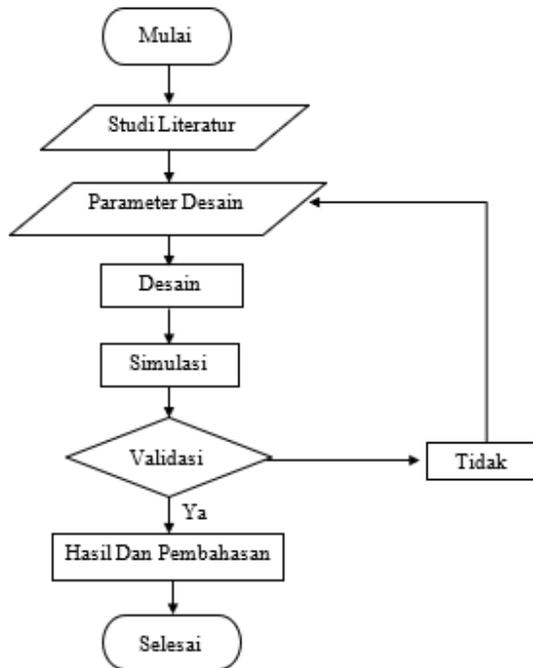
Density	2.7e-06 kg / mm ³
Young's modulus	68900 mpa
Poisson's ratio	0.33
Yield strength	276 mpa
Ultimate tensile strength	310 mpa
Thermal conductivity	0.23 w / (mm c)
Thermal expansion coefficient	2.36e-05 / c
Specific heat	897 j / (kg c)

b. Alat

Satu unit komputer untuk mengolah data yang

sudah terinstal *autodesk simulation fusion 360* yang menerapkan konsep *fenite element metode* (FEM) untuk perhitungan.

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.2 Analisa Kontruksi Rear Seat Frame Desain Awal

untuk mendapatkan kekuatan struktur yang sesuai desain yang di inginkan, berikut beberapa tahapan simulasi kekuatan *rear seat frame*.

4.2.1 Pembahasan Rear Seat Frame Pada Desain Awal Dengan Beban 100 Kg, 140 Kg, Dan 200 Kg

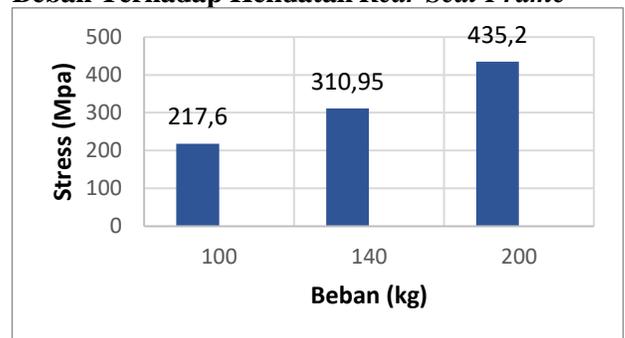
pembebanan struktur *rear seat frame* dengan beban 100 kg, 140 kg, dan 200 kg yang mendapatkan hasil simulasi *stress*, *displacement*, dan *safety factor*.

Tabel 4.1 Hasil Simulasi Rear Seat Frame Pada Desain Awal Dengan Beban 100 Kg, 140 Kg, Dan 200 Kg

No	Variasi Beban (Kg)	Hasil Simulasi Desain Awal		
		Stress (mpa)	Displacement (mm)	Safety Factor (fos)
1	100	217,6	2,139	0,2528
2	140	310,95	3,0566	0,1805
3	200	435,2	4,278	0,1264

untuk mengetahui pengaruh beban terhadap kekuatan struktur, berikut grafik hasil simulasi kekuatan *rear seat frame*.

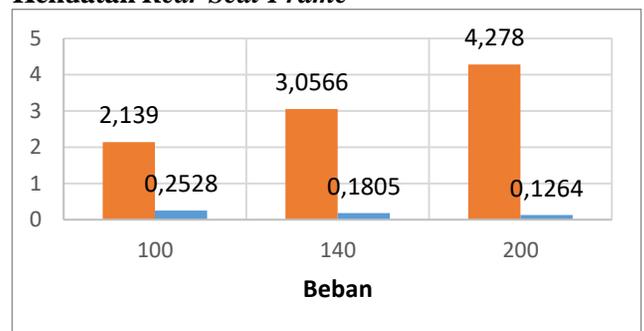
a. Grafik Stress Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Rear Seat Frame



Gambar 6. Grafik Simulasi *Stress*

tertinggi sebesar 435,2 mpa dan terendah 217,6 mpa pada beban

b. Grafik Displacement Dan Safety Factor (SOF) Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Rear Seat Frame



Gambar 7. Grafik Simulasi *Displacement* Dan *Safety Factor (SOF)*

Grafik di atas diketahui pengaruh kekuatan variasi pembebanan *displacement* dan *Safety Factor (SOF)* tertinggi sebesar 4,278 mm dan 0,1264. Terendah 2,139 dan 0,2528 pada beban terkecil, oleh karena

4.3 Optimasi Desain Rear Seat Frame

Analisa kontruksi rear seat frame dengan menggunakan pengujian autodesk fusion 360 dengan analisa desain awal, di dapatkan kekurangan terhadap desain struktur penompang

a. Faktor Pengaruh Kegagalan Desain Awal Pada Rear Seat Frame

beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan struktur pada frame, berikut beberapa akibat yang mempengaruhi kegagalan.

1. Berat beban yang di tompang pada struktur terlalu besar terhadap rear seat frame sebesar 140 kg.
2. Luas penampang pada struktur penompang yang terlalu kecil.
3. Safety factor yang terlalu kecil sebesar 0,25 sedangkan standar safety factor sebesar 1- 4.
4. Penompang belakang yang terlalu panjang dan mengakibatkan deformasi yang besar, berikut gambar pengaruh deformasi terhadap rear seat frame.

b. Optimasi Desain Awal Dengan Desain Baru Pada Rear Seat Frame

beberapa perubahan desain dan faktor penunjang meminimalisir kegagalan desain. Berikut optimasi desain awal.

1. Penambahan penampang untuk menahan beban maksimal pada rear seat frame, sebesar 200 kg.
2. Menambahkan panjang penampang belakang untuk menahan beban pada posisi belakang yang mendaptkan deformasi terbesar.
3. Melakukan desain ulang dengan menambahkan plat pada penampang bawah untuk menahan beban yang di tompang, sehingga mendapatkan safety factor yang di inginkan, berikut desain baru.

4.4 Optimasi Desain Rear Seat Frame

Didapatkan kekurangan terhadap desain struktur penompang oleh karena itu di lakukan penambahan atau optimalisasi desain. Berikut beberapa faktor pengaruh kegagalan desain awal.

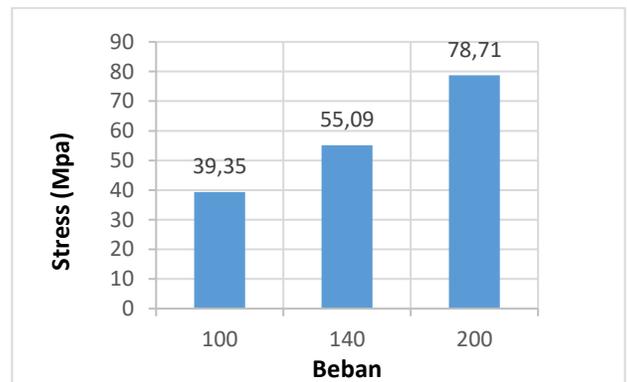
pembebanan struktur rear seat frame dengan beban 100 kg, 140 kg, dan 200 kg yang mendapatkan hasil simulasi stress, displacement, dan safety factor berikut table hasil simulasi.

Tabel 4.2 Hasil Analisa Rear Seat Frame Pada Desain Baru

No	Variasi Beban (kg)	Hasil Simulasi Desain Baru		
		Stress (Mpa)	Displacement (mm)	Safety factor (FOS)
1	100	39,35	0,9629	1,398
2	140	55,09	1,348	0,9983
3	200	78,71	1,926	0,6988

mengetahui pengaruh beban terhadap kekuatan struktur, berikut grafik hasil simulasi kekuatan rear seat frame.

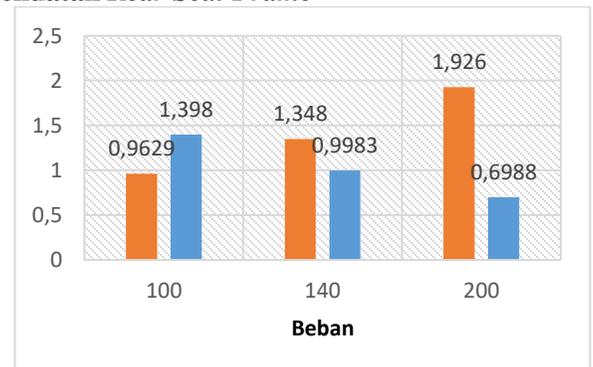
a. Grafik Stress Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Rear Seat Frame



Gambar 8. Grafik Simulasi Stress

tertinggi sebesar 435,2 mpa dan terendah 217,6 mpa pada beban

b. Grafik Displacement Dan Safety Factor (SOF) Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Rear Seat Frame



Gambar 9. Grafik Simulasi Defleksi Dan *Safety Factor* (SOF)

diketahui pengaruh kekuatan variasi pembebanan *displacement* dan *safety factor* (SOF) tertinggi sebesar 1,926 mm dan 0,6988. Terendah 0,9629 dan 1,398 pada beban terkecil.

4.5 Perbandingan Hasil Desain Baru Dan Desain Awal Rear Seat Frame

Simulasi terhadap *rear seat frame* dapat di ketahui setiap perbandingan terhadap pembebanan yang di topang pada *rear seat frame* dengan menggunakan variasi beban sebesar 100 kg, 140 kg, dan 200 kg

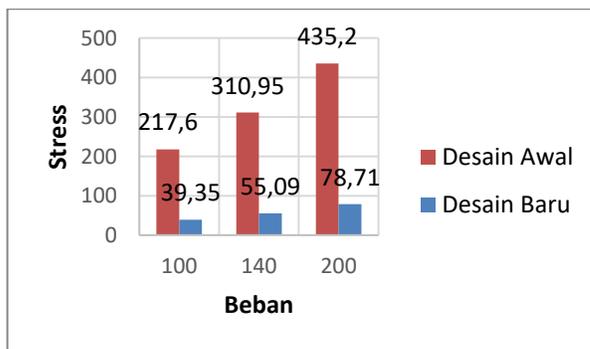
No	Variasi beban (kg)	Hasil simulasi desain awal			Hasil simulasi desain baru		
		Stress (mpa)	Displacement (mm)	Safety Factor (fos)	Stress (mpa)	Displacement (mm)	Safety Factor (fos)
1	100	217,6	2,139	0,2528	39,35	0,9629	1,398
2	140	310,95	3,0566	0,1805	55,09	1,348	0,9983
3	200	435,2	4,278	0,1264	78,71	1,926	0,6988

Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Simulasi Software Terhadap *Rear Seat Frame*

simulasi terhadap desain awal dengan desain baru terhadap variasi hasil simulasi.

a. Perbandingan Simulasi Stress / Tegangan Desain Awal Dan Baru Pada Rear Set Frame

Simulasi tegangan lentur pada *rear seat frame* dilakukan di dapatkan nilai setiap simulasi dengan variasi beban

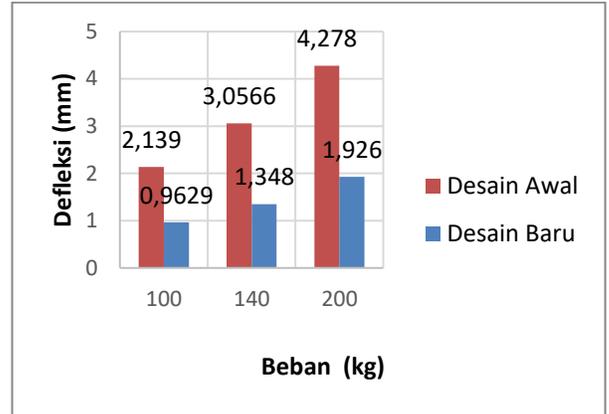


Gambar 10. Perbandingan Tegangan Desain Awal Dan Baru Pada *Rear Seat Frame*

b. Simulasi Defleksi Pada Rear Seat Frame

dapat di ketahui grafik perbandingan terhadap defleksi yang terdapat pada rear seat

frame. Berikut grafik perbandingan defleksi rear seat frame.

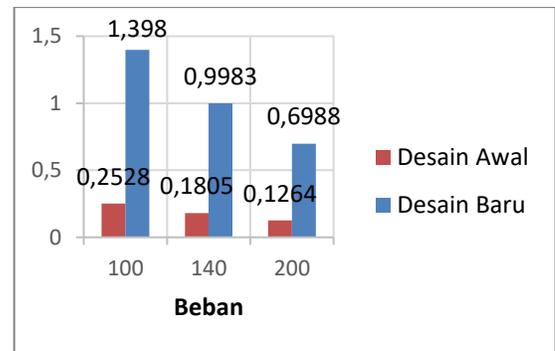


Gambar 11. Hasil Simulasi Defleksi Pada *Rear Seat Frame*

Nilai desain baru memiliki perubahan defleksi yang lebih kecil dengan awal dan juga semakin tinggi beban defleksi yang dihasilkan lebih tinggi juga.

c. Simulasi Safety Factor Pada Rear Seat Frame

Simulasi *safety factor* pada *rear seat frame* dapat diketahui perbandingan pada setiap pengujian beban untuk menghasilkan *safety*



Gambar 12. Hasil Simulasi *Safety Factor* Pada *Rear Seat Frame*

akibat pembebanan internal dari *rear seat frame* di dapatkan nilai perbandingan beban sebesar 100 kg 0,2528 : 1,398, beban 140 kg sebesar 0,1805 : 0,9983 dan beban 200 kg sebesar 0,1264 : 0,6988 *safety factor*. Oleh karena itu pada desain baru lebih bagus dan kokoh dari pada desain yang awal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Rear seat frame sepeda motor listrik menggunakan bahan *aluminium tube* 6061-T6 telah berhasil dirancang dan dapat diaplikasikan ke rangka motor listrik menamska. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan oleh penulis sebagai berikut :

1. Simulasi desain awal didapatkan nilai kecil dengan *stress* 217,6 Mpa, defleksi 2,139 mm dan *safety factor* 0,2528 sehingga di lakukan optimasi dengan di desainnya desain baru.
2. Melakukan Penambahan penampang di bagian siku belakang sangat berpengaruh pada kekuatan *rear seat frame* sehingga didapatkan desain baru yang kuat dan kokoh di bandingkan desain awal.
3. Desain baru di dapatkan perbandingan *stress*, defleksi dan *safety factor* yang dapat disimpulkan desain baru memiliki nilai simulasi lebih sebesar 39,350 Mpa, 0,9629 mm, dan 1 ,398 sehingga menjadi desain yang optimal.

5.2 Saran

Saran penulis untuk peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian yang telah penulis lakukan, diantaranya sebagai berikut:

1. Diposisi tumpuan depan atas dan bawah yang berhubungan dengan rangka harus ditambahkan plat penahan agar di posisi tersebut bisa menahan beban sipengendara sehingga simulasi *rear seat frame* mendapatkan hasil yang bagus dan aman.
2. Untuk peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian lebih lanjut dengan variasi bentuk, tebal dan material rangka yang lebih banyak lagi untuk mendapatkan hasil rangka yang aman dan ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahya Putra, S. S. (2013). Studi Peningkatan Sifat Mekanis Dengan Sistem Pack Karburising. *ISBN*.
- Ir. Ramses Yohannes Hutahaeon, M. (2014). *Mekanika Kekuatan Material*. Yogyakarta.
- Nurdiansyah, F. F. (2018). *Perancangan dan simulasi Mobil Listrik IKSA*. Bogor: Universitas Ibn Khaldun Bogor.
- Nurhadi. (2018). *Pengembangan Sepeda Motor Listrik Sebagai Sarana Transportasi Ramah Lingkungan*. Malang: ITN Malang.
- Pramono, W. B. (2016). *Perancangan Motor Listrik BLDC 10 KW Untuk sepeda motor listrik*. Sleman Yogyakarta: UMK.
- Wibisono, H. G. (2013). Desain Kerangka Prototype Mobil Listrik Garnesa. *Teknik Mesin UNESA*.