

PERANCANGAN DAN SIMULASI DESAIN SWING ARM SEPEDA MOTOR LISTRIK MODEL VESPA

Yeye Biantoro¹, Gatot Eka Pramono¹, Roy Waluyo¹
¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor
^{1*}e-mail: yeye.biantoro@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya penggunaan bahan bakar fosil dan dampaknya pada kerusakan lingkungan, telah mengubah pandangan industri otomotif terhadap bahan bakar terbarukan, yaitu kendaraan berenergi listrik. Salah satu tantangan dalam persaingan antara motor listrik dan motor konvensional adalah pada model atau bentuk dari kendaraan tersebut. Salah satu komponen penting dalam proses retrofit motor konvensional menjadi motor listrik adalah *Swing Arm* dimana *Swing Arm* ini berfungsi sebagaiudukan motor listrik (model hub), membantu shock absorber belakang dalam meredam getaran, menahan beban pengendara, akselerasi dan pengereman. Jenis kerangka yang digunakan motor listrik ini adalah Model *Vespa tipe Super*, simulasi menggunakan *autodesk fusion 360*, Material yang digunakan Aluminium 6061, Beban maksimal yang dapat ditahan kerangka 100 kg. Didapatkan hasil perhitungan dengan beberapa persamaan dapat diketahui nilai defleksi 0,000372 mm, *safety factor* 4.02 dari hasil perhitungan di lakukan Simulasi desain awal didapatkan nilai kecil dengan *stress* 74,19 Mpa, defleksi 2,298 mm dan *safety factor* 3,707.

Kata kunci : *Frame, Motor listrik, Sepeda motor, Swing arm.*

ABSTRACT

The high use of fossil fuels and their impact on environmental damage has changed the automotive industry's view of renewable fuels, namely electric energy vehicles. One of the challenges in the competition between electric motorcycles and conventional motorcycles is the model or shape of the vehicle. One of the important components in the process of retrofitting a conventional motorbike into an electric motorbike is the Swing Arm where this Swing Arm functions as an electric motor holder (hub model), helping the rear shock absorber in dampening vibrations, holding the rider's load, acceleration and braking. The type of frame used by this electric motor is the Vespa model of the Super type, the simulation uses Autodesk Fusion 360, the material used is Aluminum 6061, the maximum load that the frame can withstand is 100 kg. The results of the calculation with several equations can be seen that the deflection value is 0.000372 mm, the safety factor is 4.02 from the calculation results. Initial design simulations are obtained with a small value with a stress of 74.19 Mpa, a deflection of 2.298 mm and a safety factor of 3.707.

Keywords : *Frame, Electric motor, Motorcycle, Swing arm.*

1. PENDAHULUAN

Tingginya penggunaan bahan bakar fosil dan dampaknya pada kerusakan lingkungan, telah mengubah pandangan industri otomotif terhadap bahan bakar terbarukan, yaitu kendaraan berenergi listrik. karena asap kendaraan merupakan salah satu faktor penyumbang polusi udara yang sangat besar. Motor listrik bisa menjadi solusi untuk mengatasi tantangan tersebut dengan

memanfaatkan tingkat efisiensi energi dan mengurangi penggunaan bahan bakar.

Salah satu tantangan dalam persaingan antara motor listrik dan motor konvensional adalah pada model atau bentuk dari kendaraan tersebut. model atau bentuk dari motor konvensional umumnya jauh lebih menarik dari pada motor listrik yang sudah beredar saat ini. Dikarenakan komponen yang terpasang pada motor listrik yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan motor konvensional, dan

masih banyak nya para pengguna motor saat ini bukan hanya menganggap motor sebagai kendaraan saja tetapi sudah menjadi bagian dari gaya hidup ataupun hobi. Salah satunya adalah *Vespa*, yang sampai saat ini masih memiliki banyak penggemar.

Melihat hal tersebut, menurut penulis perlu dikembangkan sepeda motor listrik yang dapat menarik minat para pengguna motor konvensional tetapi tetap ingin kendaraan yang jauh lebih ramah lingkungan, salah satu caranya adalah dengan melakukan retrofit motor konvensional menjadi motor listrik.

Salah satu komponen penting dalam proses retrofit motor konvensional menjadi motor listrik adalah *Swing Arm*, dimana *Swing Arm* ini berfungsi sebagaiudukan motor listrik (*model hub*), membantu *shock absorber* belakang dalam meredam getaran, menahan beban pengendara, akselerasi dan pengereman.

Penulis disini akan fokus terhadap perancangan *Swing Arm*, kerangka motor yang akan digunakan untuk retrofit ini adalah *Vespa type Super*. Karena model ini adalah model *vespa* yang cukup banyak dipasaran dan mudah dalam proses retrofit menjadi sepeda motor listrik.

2. Perencanaan dan Gambar Teknik

Gambar hasil rancangan produk adalah hasil akhir proses perancangan dan sebuah produk barulah di buat setelah gambar-gambar rancangannya di buat, gambar rancangan produk berupa gambar teknik yang dibuat pada kertas dua dimensi yang di standarkan. Dalam bentuk modern, gambar rancangan produk berupa informasi digital yang disimpan dalam memori komputer.

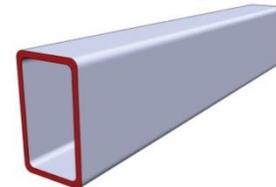
2.2 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan maka pemilihan bahan dan komponen merupakan factor utama yang harus diperhatikan 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

dalam proses rancang bangun *Swing Arm* seperti Alumunium Tube 6061-T6. Bahan tersebut mudah di dapat karena sudah banyak tersedia dipasaran.



Gambar 1. Alumunium Tube 6061-T6.

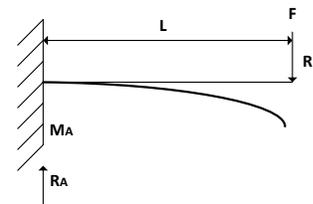
Dalam proses perancangan kerangka motor listrik ini menggunakan Alumunium Tube 6061-T6 dengan ukuran 40 x 20 mm, ketebalan 3 mm dan standar bahan ASTM B221.

Tabel 1 Standar dimensi Alumunium tube 6061 (Wuxi Haosmai

Alumunium Alloy	Alloy state	Wall thickness/mm	Tensile strength	Yield strength	Elongation / %	
			Rm/Mpa	Rp0.2/Mpa	A50mm	A5.65
6061	T4	All	180	110	16	14
	T6	≤6.3	260	240	8	-
		>6.3	260	240	10	9

2.3 Tegangan lentur, momen lentur, dan defleksi pada batang Cantiliver

Untuk menentukan tegangan, momen, dan defleksi ini, mula – mula harus mencari gaya internal dan kopel internal yang bekerja pada balok. Seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2 Pembebanan pada batang Cantiliver

- Maka reaksi tumpuan dapat dihitung menggunakan persamaan (13) :

$$\begin{aligned} \sum v &= 0 \\ R_A - F &= 0 \\ R_A &= F \dots\dots\dots(13) \end{aligned}$$

- Momen lentur dapat dihitung dengan persamaan (14):

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ M_A + F.L &= 0 \\ M_A &= -F.L \dots\dots\dots(14) \end{aligned}$$

- Persamaan tegangan lentur menggunakan persamaan (15):

$$\sigma_L = \frac{M}{W_L} \dots\dots\dots(15)$$

- Defleksi dapat dihitung menggunakan persamaan (16) :

$$y_{maks} = \frac{F.L^3}{3EI} \dots\dots\dots(16)$$

2.7 Pengujian Aplikasi Autodesk Fusion 360

Sebuah perangkat berbasis *cloud* yang menggabungkan desain industrial dan mekanik 3d, kolaborasi, permesinan.

Sebagai hasilnya, pengguna dapat menggali ide produk dengan cepat dan mendapatkan hasil *prototipe* dengan jauh lebih cepat.



Gambar 3. Display Aplikasi Autodesk Fusion 360

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.

3.2 Spesifikasi Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan rangka ini adalah sebagai berikut: Alumunium Tube 6061-T6. dengan ukuran 40 x 20 x 3 mm

Komposisi kimia :

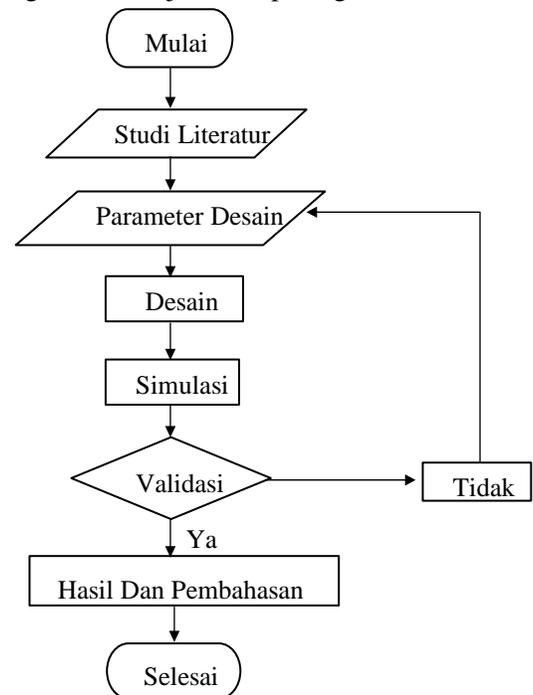
- Silicon = 0,4 – 0,8 %
- Ferro = 0,7 %
- Mangan = 0,15 %
- Zinc = 0,25 %
- Tembaga = 0,15 – 0,4 %
- Magnesium = 0,8 – 1,2 %
- Kromium = 0,04 – 0,35 %

Komposisi mekanik

- Tegangan luluh = 240 Mpa
- Tegangan tarik = 260 Mpa
- Elongation = 10 %

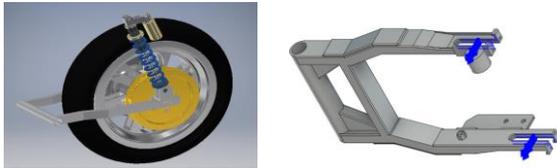
3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir di jelaskan pada gambar 3.2 :



Gambar 5. Diagram 3.4 Desain Swing Arm model vespa

Di dapat desain *Swing Arm* model motor listrik model *vespa* menggunakan *Autodesk Simulation Mechanical*, yaitu sebagai berikut. Gambar 2. Proses gambar 3D.



Gambar 4. Desain 1 dimensi *Swing Arm* sepeda motor listrik

3.5 Tata Kerja

Cara kerja yang akan di lakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

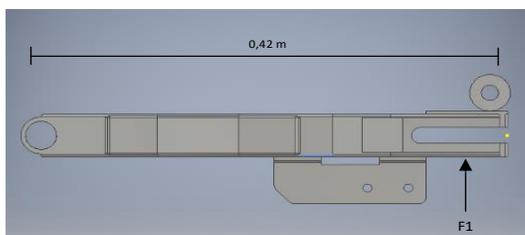
1. Pembuatan desain *Swing Arm*
Analisa kekuatan material
2. Optimalisasi kekuatan material
3. Analisa kekuatan material dengan metode dengan metode elemen hingga
4. Modifikasi frame
5. Analisa hasil simulasi dan pembuatan *Swing Arm*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kontruksi *Swing Arm* frame Desain Awal

Dapat di ketahui perencanaan pembebaan pada swing arm frame berikut spesifikasi frame yang di gunakan:

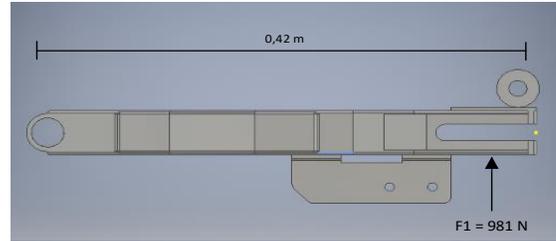
- A. Bahan frame : alumunium tube 6061-t6 astm b221
 - B. Bedan frame : 5 kg
 - C. Gaya beban : 100 kg
- Dari spesifikasi diatas dapat di ketahui berapa beban yang di swing arm, berikut perhitungan beban .



Gambar 5. Perencanaan pembebaan pada swing arm frame

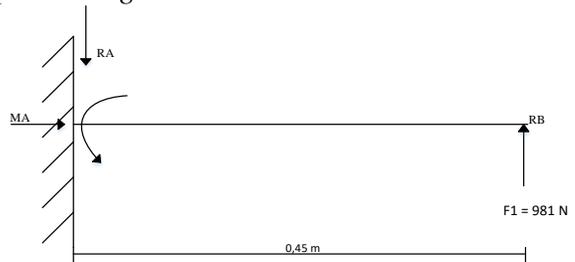
4.1.1 perhitungan titik berat frame swing arm

Untuk mengetahui titik berat kendaraan pada dapat dihitung dengan persamaan berikut :



Gambar 6 pembagian beban pada swing arm frame

A. menghitung distribusi beban *Swing Arm* berikut perhitungan distribusi beban pada *swing arm*.



Gambar 7. Distribusi beban pada *Swing Arm*

Titik tinjaun penampang kantiliver dapat di cari sigma pada bidang *Swing Arm* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

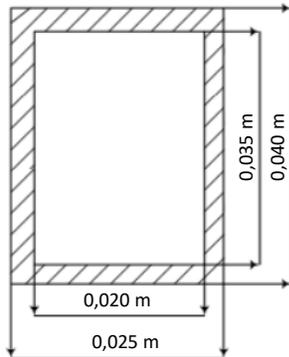
- $\sum F_H = 0 (\uparrow +)$
 $-(R_{hy}) + (F_h) = 0$
 $-(R_{hy}) + (\cos \alpha \times F_2) = 0$
 $-(R_{hy}) + (\cos 90^\circ \times 981 N) = 0$
 $-(R_{hy}) + 0 = 0$
 $R_{hy} = 0$
- $\sum F_v = 0 (\uparrow +)$
 $(-F_1 + -F_2) + R_{av} = 0$
 $-981 N + R_{av} = 0$
 $R_{av} = -981 N$
 $R_{av} = 981 N$
- $\sum F_{momen} = 0 (\uparrow +)$
 $-M_a + (F_1 \times L) = 0$
 $-M_a + (981 N \times 0,45 m) = 0$
 $-M_a = -441,45 N$
 $M_a = 441,45 N$

4.1.2 Menghitung tegangan terhadap *swing arm*

nilai tegangan terhadap *swing arm* menggunakan persamaan sebagai berikut.

a. Menghitung momen tahanan bahan terhadap swing arm

Menghitung tahanan bahan yang terdapat *swing arm* dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :



Gambar 8. Batang *Swing Arm*

- Moment inersia bahan :

$$W_L = \frac{(b \times h^2) - (b_1 \times h_1^2)}{6}$$

$$W_L = \frac{(0,020m \times 0,040m^2) - (0,014m \times 0,034m^2)}{6}$$

$$W_L = 3,24 \times 10^{-6} m^3$$

Di dapatkan nilai momen tahanan sebesar $3,24 \times 10^{-6} m^3$ dari nilai tersebut dapat di cari tegangan lentur *swing arm*

b. Menghitung tegangan lentur terhadap swing arm frame

Menghitung tahanan bahan yang terdapat *swing arm* dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

- Besar reaksi tumpuan :

$$R_A = F$$

$$R_A = 981 N$$

- Besar Momen lentur :

$$M_A = 441,45 Nm$$

- Besar tegangan lentur :

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

$$= \frac{441,45 Nm}{2,5 \times 10^{-6} m^3}$$

$$= 1,36 \times 10^8 N/m^2$$

- Safet factor bahan :

$$\sigma_{t \text{ ijin}} = \frac{\sigma_t \text{ bahan}}{\text{tegangan}}$$

$$= \frac{1,8 \times 10^8 N/m^2}{1,36 \times 10^8 N/m^2}$$

$$= 1,32$$

Safety factor yang terjadi adalah $1,32 > 1$ maka dianggap aman di karenakan nilai safety factor minimal 1.

c. Menghitung tegangan lentur terhadap swing arm

Menghitung tahanan bahan yang terdapat *swing arm* dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

- Besar reaksi tumpuan :

$$R_A = F$$

$$R_A = 1962 N$$

- Momen inersia bahan pipa berongga tipis

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

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

$$I = \frac{(0,020m \times 0,04m^3) - (0,014m \times 0,034m^3)}{12}$$

$$I = 2,7 \times 10^{-8} m^4$$

- Besar defleksi :

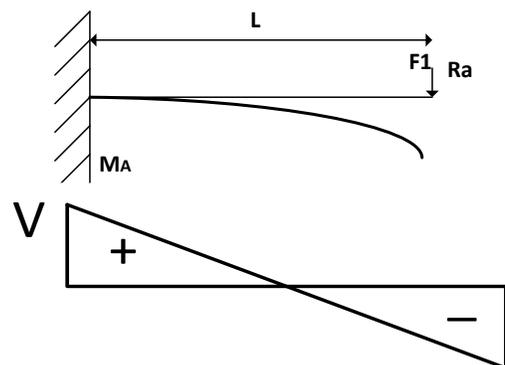
$$y_{maks} = \frac{F \cdot L^3}{3EI}$$

$$= \frac{981 N \times 0,045^3 m}{3 \times (6,9 \times 10^{10} N/m^2) \times (2,7 \times 10^{-8} m^4)}$$

$$= 6,98 \times 10^{-6} m$$

$$= 0,000372m$$

Dari perhitungan yang didapat, maka bisa dijadikan gambar diagram seperti pada gambar 4.9:





Gambar 9. Diagram benda bebas

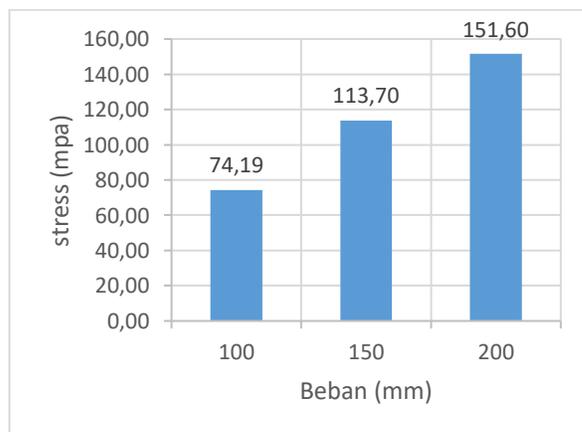
4.1.3 Pembahasan Swing Arm Pada Desain Awal Dengan Beban 100 Kg, dan 200 Kg

Dengan beban 100 kg, dan 200 kg yang mendapatkan hasil simulasi stress, displacement, dan safety factor berikut table hasil simulasi.

Tabel 2 Hasil Simulasi Swing Arm Pada Desain Awal Dengan Beban 100 Kg, 150Kg dan 200 Kg

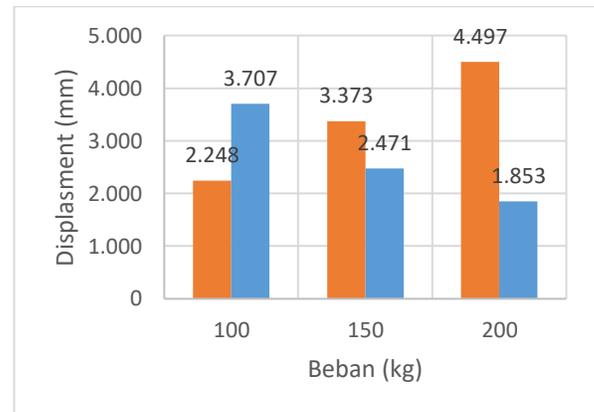
No	Variasi Beban (Kg)	Hasil Simulasi Desain Awal		
		Stress (mpa)	Displacement (mm)	Safety Factor (fos)
1	100	74,19	2,248	3,707
2	150	113,7	3,373	2,471
3	200	151,6	4,497	1,853

A. Grafik stress



Gambar 10. Grafik Pengaruh beban Terhadap kekuatan swing arm

B. Grafik Displacement Dan Safety Factor (SOF) Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Swing Arm



Gambar 11. Grafik Simulasi Displacement Dan Safety Factor (SOF)

4.2 Optimasi Desain Swing Arm

Berikut beberapa faktor pengaruh kegagalan desain awal.

a. Faktor Pengaruh Kegagalan Desain Awal Pada Swing Arm

berikut beberapa akibat yang mempengaruhi kegagalan.

1. Berat beban yang di tumpang pada struktur terlalu besar terhadap Swing Arm frame sebesar 200 kg.
2. Luas penampang pada struktur penomping yang terlalu kecil.
3. Safety factor yang terlalu kecil sebesar 3,7 sedangkan standar safety factor sebesar 4.
4. Penampang belakang yang terlalu panjang dan mengakibatkan deformasi yang besar, berikut gambar pengaruh deformasi terhadap Swing Arm frame.

b. Optimasi Desain Awal Dengan Desain Baru Pada Swing Arm Vespa

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

1. Penambahan penampang untuk menahan beban maksimal pada Swing Arm, sebesar 200 kg.
2. Menambahkan shockbreaker belakang untuk menahan beban pada posisi belakang yang mendapatkan deformasi terbesar.
3. Melakukan desain ulang dengan menambahkan shockbreaker dan plat penahan

penampang pada penampang bawah untuk menahan beban yang di tompang, sehingga mendapatkan safety factor yang di inginkan, berikut desain baru.

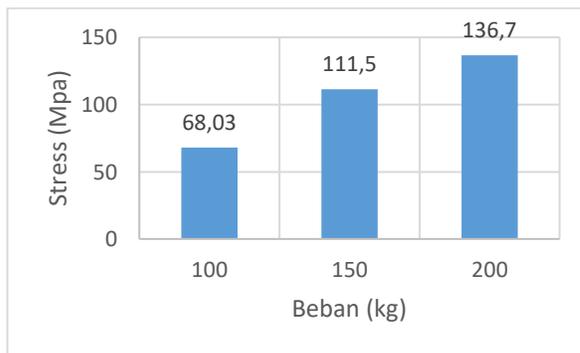
4.3 Pembahasan Swing Arm Pada Desain baru Dengan Beban 100 Kg, dan 200 Kg

Dengan beban 100 kg, dan 200 kg yang mendapatkan hasil simulasi stress, displacement, dan safety factor berikut table hasil simulasi.

Tabel 3 Hasil Simulasi Swing Arm Pada Desain Baru Dengan Beban 100 Kg,150Kg dan 200 Kg

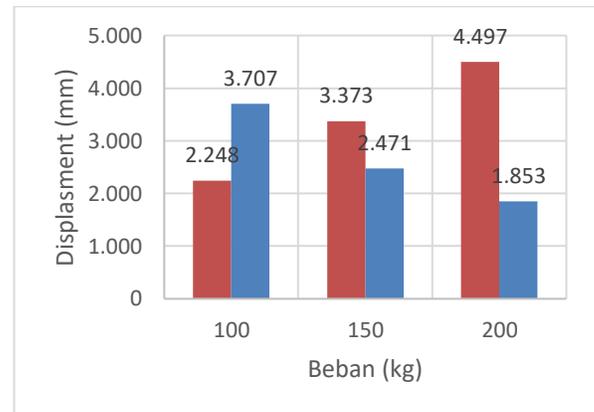
No	Variasi Beban (Kg)	Hasil Simulasi Desain Awal		
		Stress (mpa)	Displacement (mm)	Safety Factor (fos)
1	100	68,03	1,918	4,042
2	150	111,5	2,695	2,877
3	200	136,7	3,837	2,021

A. Grafik Stress Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Swing Arm



Gambar 12. Grafik Pengaruh beban Terhadap kekuatan swing arm

B. Grafik Displacement Dan Safety Factor (SOF) Terhadap Pengaruh Beban Terhadap Kekuatan Swing Arm



Gambar 13. Grafik Simulasi Displacement Dan Safety Factor (SOF)

4.4 Perbandingan Hasil Desain Baru Dan Desain Awal Swing Arm

Simulasi terhadap *Swing Arm* dapat di ketahui setiap perbandingan terhadap pembebanan yang di tompang pada *Swing Arm* dengan menggunakan variasi beban sebesar 100 kg, dan 150 kg. Berikut tabel hasil perbandingan variasi terhadap pembebanan *Swing Arm*.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Simulasi Software Terhadap Swing Arm

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	74,19	2,248	3,707	68,03	1,918	4,042
2	140	113,7	3,373	2,471	111,5	2,695	2,877
3	200	151,6	4,497	1,853	136,7	3,837	2,021

a. Perbandingan Simulasi Stress / Tegangan Desain Awal Dan Baru Pada Swing Arm

Simulasi tegangan lentur pada *Swing Arm* dilakukan di dapatkan nilai setiap simulasi dengan variasi beban. Berikut tabel hasil nilai simulasi.

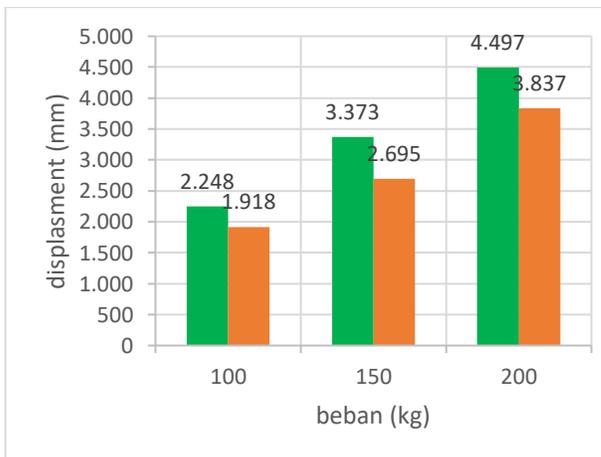


Gambar 14. Perbandingan Tegangan Desain Awal Dan Baru Pada *Swing Arm*

Didapatkan dari simulasi hasil tegangan simulasi semakin tinggi tegang dapat mempengaruhi hasil kekuatan pada desain. Sedangkan desain baru menurun di karenakan penambahan penopang pada belakang kontruksi *Swing Arm*.

b. Simulasi Defleksi Pada *Swing Arm*

Selain menampilkan hasil dari tegangan, dapat menampilkan hasil dari defleksi yang terjadi akibat pembebanan, dan di dapatkan nilai setiap simulasi dengan variasi beban.

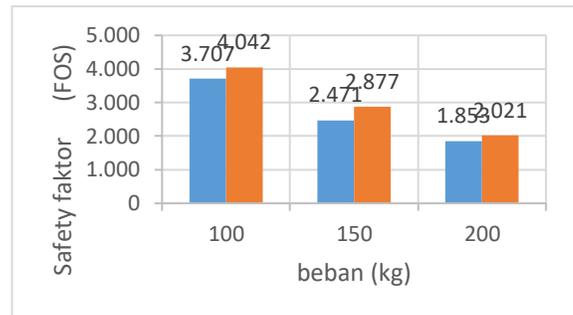


Gambar 15. Hasil Simulasi Defleksi Pada *Swing Arm*

Menunjukkan nilai-nilai defleksi dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada *Swing Arm* frame dengan nilai defleksi desain awal dan baru. Nilai desain baru memiliki perubahan defleksi yang lebih kecil dengan awal dan juga semakin tinggi beban defleksi yang dihasilkan lebih tinggi juga.

c. Simulasi dan Perhitungan Safety Factor Pada *Swing Arm*

Simulasi safety factor pada *Swing Arm* dapat diketahui perbandingan pada setiap pengujian beban untuk menghasilkan safety factor yang terbaik pada pengujian *Swing Arm* pada pengujian beban.



Gambar 16. Hasil Simulasi *Safety Factor* Pada *Swing Arm*

menunjukkan nilai-nilai *safety factor* dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada *Swing Arm* dengan posisi vertikal akibat pembebanan internal dari *Swing Arm* di dapatkan nilai perbandingan beban sebesar 100 kg 0,3,707 : 4,042, beban 140 kg sebesar 2,471 : 2,877 dan beban 200 kg sebesar 1,853 : 2,021 *safety factor*. Oleh karena itu pada desain baru lebih bagus dan kokoh dari pada desain yang awal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Swing Arm sepeda motor listrik menggunakan bahan alumunium tube 6061-T6 telah berhasil dirancang dan dapat diaplikasikan ke rangka motor listrik model vespa. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan oleh penulis sebagai berikut :

1. Simulasi desain awal didapatkan nilai kecil dengan stress 74,19 Mpa, defleksi 2,298 mm dan safety factor 3,707 sehingga di lakukan optimasi dengan di desainnya desain baru.
2. Melakukan Penambahan penampang penguat di bagian siku belakang sangat berpengaruh pada kekuatan *Swing Arm* sehingga didapatkan desain baru yang

lebih 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 *Stress* lebih sebesar 68,03 Mpa, Defleksi 1,918 mm, dan 4,042 sehingga menjadi desain yang optimal.
4. Beban Maksimum yang dapat diterima oleh *swing arm* sepeda motor listrik menggunakan bahan alumunium tube 6061-T6 adalah 100 kg dengan *Safety factor* 4,042

Wibisono, H. G. (2013). Desain Kerangka Prototype Mobil Listrik Garnesa. Teknik Mesin UNESA.

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 si pengendara sehingga simulasi Swing Arm mendapatkan hasil yang bagus dan aman..
2. Lebih lanjut dengan variasi bentuk, tebal dan material yang lebih banyak lagi untuk mendapatkan hasil Swing Arm yang aman dan ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahaya Putra, S. S. (2013). Studi Peningkatan Sifat Mekanis Dengan Sistem Pack Karburising. ISBN.
- Ir. Ramses Yohannes Hutahaeen, 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.