

PERANCANGAN KONVERSI SEPEDA MOTOR BERBAHAN BAKAR BENSIN MENJADI BERTENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN HUB MOTOR *BRUSHLESS* DC (BLDC)

Ahmad Naufal B.¹, Tarsisius Kristiyadi¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung

¹Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : opangnaufal9b@gmail.com

Received 03 02 2023 | Revised 10 02 2023 | Accepted 10 02 2023

ABSTRAK

Konversi sepeda motor berbahan bakar bensin menjadi bertenaga listrik merupakan salah satu solusi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar minyak pada masyarakat. Konversi dilakukan pada sepeda motor matic jenis honda beat fi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan sepeda motor honda beat fi sebagai kendaraan listrik yang dapat mencapai kecepatan maksimal 80 km/jam untuk wilayah perkotaan dengan jarak tempuh 50 km dalam satu kali pengisian baterai. Sepeda motor bertenaga listrik ini menggunakan sistem transmisi matic sebagai penghubung dari motor penggerak ke roda belakang. Penelitian ini menggunakan motor listrik brushless DC jenis mid drive dengan daya 1500 Watt 48 Volt. Sumber energi listrik pada sistem kendaraan listrik berasal dari baterai berkapasitas 48 Volt 35 Ah.

Kata kunci: bahan bakar, kapasitas daya motor listrik, jarak tempuh

ABSTRACT

Gasoline fuel to be powered by electricity was created to overcome the population of gasoline-fueled vehicles that are widely used. The converted motorcycle is a beat fi motorcycle type. motorcycle conversions are designed to be efficient, economical, safe and meet the criteria from the basic design as an energy efficient electric motorcycle. This motorcycle is designed as an urban vehicle whose speed is limited to 80 km/hour. The most effective option is to use a 1500 Watt hub BLDC electric motor as a driving force and an energy source that comes from 48V35Ah power storage which can cover a distance of 50 Km in one battery charge.

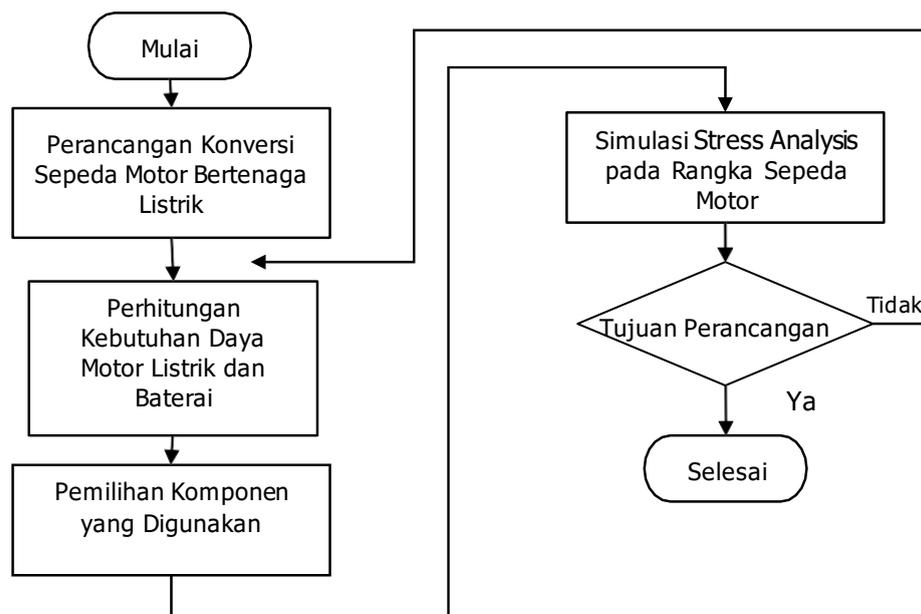
Keywords: fuel, electric motor power capacity, mileage

1. PENDAHULUAN

Perancangan konversi sepeda motor berbahan bakar mesin menjadi bertenaga listrik ini bertujuan untuk digunakan di perkotaan dengan kecepatan $80 \frac{km}{Jam}$ untuk menempuh jarak 50 km dalam satu kali pengisian baterai dengan bobot pengendara dan penumpang sebesar 160 kg. prinsip kerja dari sepeda motor bertenaga listrik ini hampir sama dengan sepeda motor pada umumnya, namun putaran yang dihasilkan untuk menggerakkan roda belakang dihasilkan dengan motor listrik yang langsung menyatu dengan roda belakang motor. Motor listrik penggerak pada perancangan ini menggunakan motor listrik *Brushless Direct Current* (BLDC) jenis hub yang diletakan pada roda belakang sepeda motor listrik. Motor listrik *Brushless Direct Current* (BLDC) ini merupakan motor listrik yang memiliki tingkat efisiensi tinggi, umur pemakaian dari motor listrik BLDC ini juga lebih panjang, dan motor listrik BLDC juga menggunakan sistem elektrik sebagai alat komutasinya yang dikendalikan melalui *controller*. *Controller* pada perancangan kendaraan listrik ini dibutuhkan sebagai pengatur atau pengendali dari kendaraan motor listrik yang akan dirancang.

2. METODE PENELITIAN

Langkah perancangan konversi sepeda motor berbahan bakar bensin menjadi bertenaga listrik ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



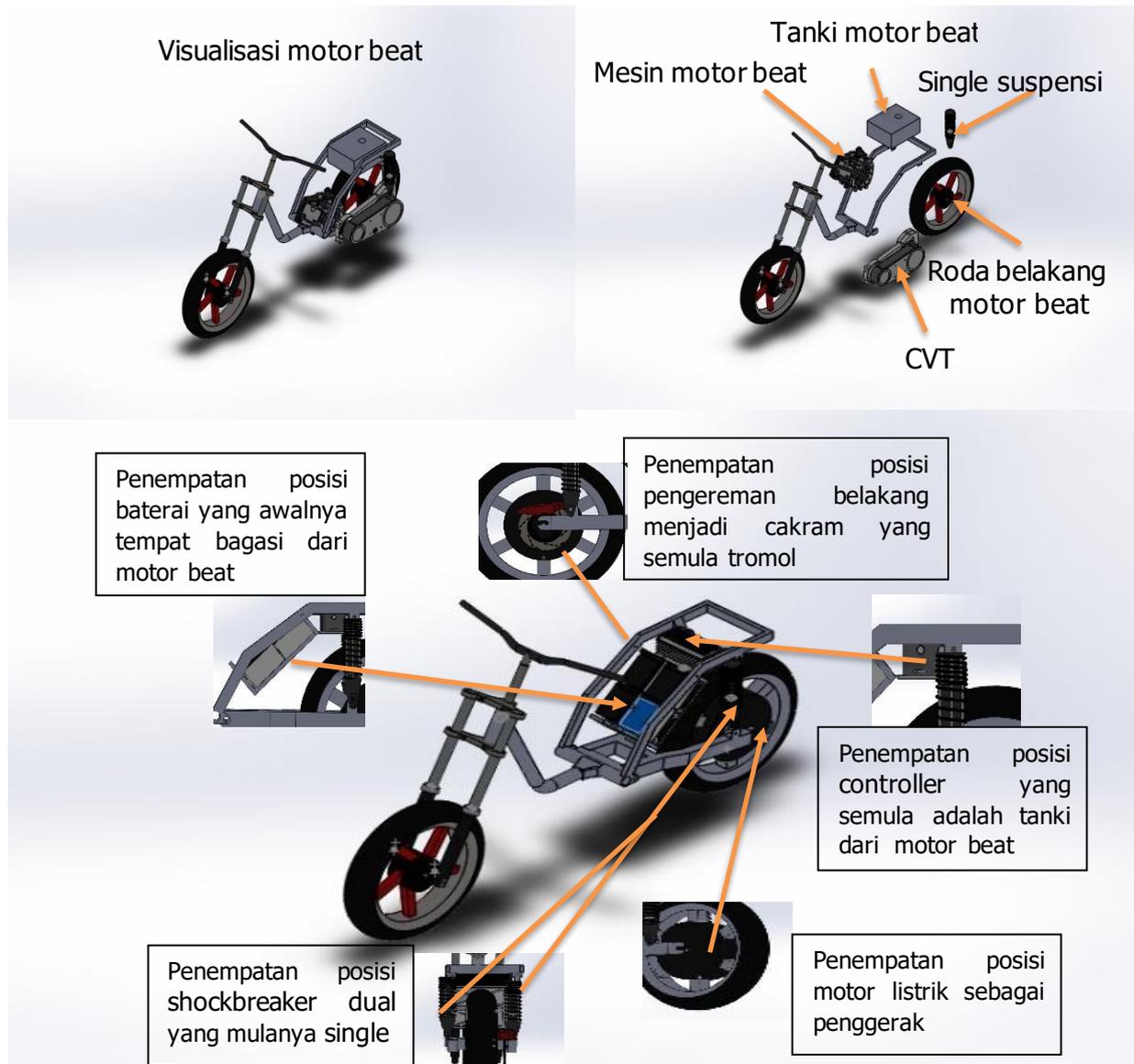
Gambar 1. Diagram Alir Konversi Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik

2.1 Skema Perancangan

Pada perancangan kendaraan motor listrik ini ada beberapa komponen yang tidak digunakan dari kendaraan *beat* aslinya seperti mesin kendaraan motor *beat* tidak lagi digunakan, karena sudah di ganti menggunakan motor listrik BLDC tipe hub yang langsung menyatu dengan roda belakang. CVT pada kendaraan motor *beat* tidak digunakan lagi, karena sudah tidak memerlukan transmisi untuk kendaraan motor listrik. Pengereman belakang yang asalnya menggunakan tromol diganti menggunakan cakram, karena menyesuaikan dengan penggerak kendaraan motor listrik yang dirancang. Adanya perancangan *swing arm* sebagai penyangga dari motor listrik BLDC tipe hub. Penggantian suspensi belakang yang awalnya *single* menjadi *double*, karena pada perancangan

PERANCANGAN SEPEDA MOTOR BERTENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN HUB MOTOR BRUSHLESS DC (BLDC)

kendaraan motor listrik ini menggunakan *swing arm*. Tangkai pada kendaraan motor *beat* tidak digunakan lagi, diganti dengan tempat untuk penyimpanan *controller*. Bagasi pada kendaraan motor *beat* tidak digunakan, diganti dengan tempat penyimpanan baterai sebanyak 4 buah. Roda belakang pada kendaraan motor *beat* diganti menggunakan motor listrik BLDC tipe hub yang berfungsi juga sebagai penggerak. Seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Skema Kendaraan Listrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan

Pada perancangan kendaraan listrik ini dilakukan perhitungan dengan tujuan kecepatan 80 km/jam, batas jarak tempuh 50 km, dan juga bobot maksimal sebesar 160 kg. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan daya dari motor listrik yang dibutuhkan.

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dari daya motor listrik yang akan digunakan pada kendaraan listrik agar sesuai dengan kebutuhan diatas, dengan yang diketahui adalah torsi dari kendaraan listrik sebesar 6,69 N.m, mencari torsi dengan menggunakan gaya gesek yang didapat sebesar 37,60 N dikali dengan diameter roda

yaitu 14 inchi atau 0,1778 m dan juga putaran roda penggerak didapatkan dari kecepatan kendaraan motor listrik sebesar 80 km/jam, maka didapatkan putarannya sebesar 1194,11rpm. Perhitungannya adalah :

$$P = \frac{(T_s \times n)}{5252}$$

$$P = \frac{(6,69 \text{ N.m} \times 1194,11 \text{ rpm})}{5252}$$

$$P = 1,52 \text{ HP}$$

$$P = 1133,46 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan maka dapat daya motor listrik yang dibutuhkan itu sebesar 1133,46 Watt, karena dipasaran tidak ada untuk daya motor listrik sebesar 1133,46 Watt dengan diameter 14 inchi, maka dipilihlah daya motor listrik sebesar 1500 Watt yang mendekati dengan perhitungan.

2. Perhitungan Baterai

- Perhitungan waktu tempuh

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak 50 km dengan kecepatan 80 km/jam, maka perhitungannya adalah :

$$S = 50 \text{ km}$$

$$v = 80 \text{ km/jam}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{50 \text{ km}}{80 \frac{\text{km}}{\text{jam}}}$$

$$t = 0,62 \text{ jam}$$

waktu yang didapat untuk menempuh jarak 50 km dengan kecepatan 80 km/jam adalah 0,62 jam.

- Perhitungan energi baterai yang dibutuhkan

Perhitungan energi baterai dengan waktu tempuh 0,62 jam dengan menggunakan daya motor listrik 1500 Watt adalah sebagai berikut :

$$\text{Dept of discharge battery} = 80\% = 0,80$$

$$W_{\text{baterai}} = \frac{W_{\text{motor}} \times t}{\text{dept of discharge}}$$

$$W_{\text{baterai}} = \frac{1500 \times 0,62}{0,80}$$

$$W_{\text{baterai}} = 1162,5 \text{ Wh}$$

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan energi baterai yang dibutuhkan pada perancangan kendaraan listrik ini adalah sebesar 1162,5 Wh, dimana untuk energi baterai ini dibutuhkan untuk menentukan kapasitas arus baterai yang akan digunakan pada kendaraan listrik.

- Perhitungan kapasitas arus baterai yang dibutuhkan

Perhitungan kapasitas arus baterai ini dilakukan untuk mengetahui berapa arus hours yang dibutuhkan pada perancangan kendaraan listrik ini dengan kebutuhan tegangannya sebesar 48V, maka perhitungannya adalah :

$$I = \frac{W_{\text{baterai}}}{V}$$

$$I = \frac{1162,5 \text{ Wh}}{48 \text{ V}}$$

$$I = 24,21 \text{ Ah}$$

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan arus *hours* baterai yang dibutuhkan pada kendaraan listrik ini adalah sebesar 24,21 Ah.

Dari perhitungan diatas didapatkan kapasitas arus baterai sebesar 24,21 Ah, maka

PERANCANGAN SEPEDA MOTOR BERTENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN HUB MOTOR BRUSHLESS DC (BLDC)

dipilihlah baterai jenis SLA dengan 12V 35 Ah sebanyak 4 buah, karena untuk kapasitas baterai 24,21 Ah tidak tersedia di pasaran.

- Perhitungan lama pemakaian baterai

Baterai yang digunakan pada perancangan ini sebanyak 4 buah dengan kapasitas 12V 35 Ah. Baterai dirangkai seri agar memenuhi kebutuhan tegangannya sebesar 48V, maka perhitungannya adalah :

$$\text{Lama pemakaian} = \frac{35 \text{ Ah}}{24,21 \text{ A}}$$

$$\text{Lama pemakaian} = 1,45 \text{ jam}$$

Lama pemakaian baterai dari baterai 48V 35 Ah adalah sebesar 1,45 jam, dimana lama pemakaian baterai ini dapat melebihi jarak 50 km.

3. Perhitungan suspensi

Perancangan kendaraan listrik ini menggunakan suspensi *double* dengan tidak menggunakan suspensi bawaan dari motor honda *beat*, maka dilakukan percobaan perbandingan antara suspensi dari motor *beat* dan juga suspensi yang digunakan. Perbandingan yang didapat adalah:

pegas bawaan honda beat fi 110 cc:

Panjang pegas awal : 300 mm

Panjang pegas ketika dinaiki 1 orang : 280 mm

Panjang pegas ketika dinaiki 2 orang : 260 mm

pegas yang digunakan:

Panjang pegas awal : 340 mm

Panjang pegas ketika dinaiki 1 orang : 320 mm

Panjang pegas ketika dinaiki 2 orang : 295 mm

Eksperimen ini dilakukan dengan cara mengukur panjang pegas awal menggunakan meteran, setelah didapat hasilnya maka dilakukan pengukuran lagi dengan dinaiki oleh 1 orang dengan beban 80 kg, setelah itu dinaiki lagi dengan 2 orang dengan beban masing-masing 80 kg. dari eksperimen itu didapat pengurangan panjang dari pegas bawaan maupun pegas yang dipakai, dengan hasil penyusutan tidak jauh beda yaitu sekitar 20 mm maka pegas masih layak digunakan.

3.2 Hasil Perancangan

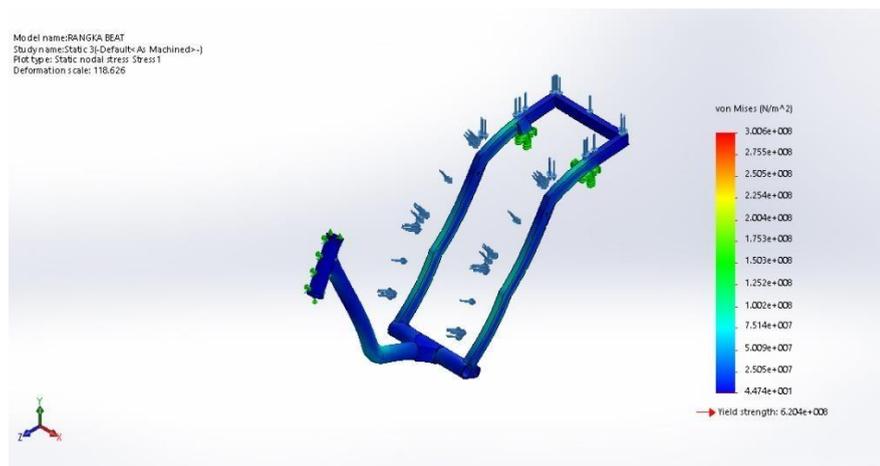
Perancangan konversi sepeda motor berbahan bakar bensin menjadi bertenaga listrik ini menggunakan *basic* sepeda motor jenis Honda *Beat* dengan menggunakan sistem penggerak motor listrik BLDC *Brushless Direct Current* (BLDC) jenis Hub yang ditempatkan pada roda bagian belakang sebagai roda penggerak. Adapun komponen yang digunakan pada sepeda motor listrik ini yaitu:

1. Motor listrik BLDC jenis Hub 1500 Watt ukuran 14 inch dapat menempuh hingga 80 km/jam, sebagai penggerak dari kendaraan motor listrik yang akan dirancang.
2. Baterai SLA 12V 35 Ah sebanyak 4 buah, sebagai sumber tenaga dari motor listrik yang akan dirancang dengan bobot 1 baterainya 10kg.
3. *Controller* dengan 48V, digunakan sebagai pengendali dari motor listrik yang akan dirancang.
4. *Charger*/Pengisi Daya, digunakan untuk pengisian daya baterai ketika baterai mulai melemah.
5. *Throttle* dengan 5V yang dilengkapi dengan indikator baterai, tombol, dan *display* kecepatan. Berfungsi sebagai pengatur bukaan kecepatan dari motor listrik sesuai dengan keinginan pengendara.

6. Dudukan baterai dirancang menggunakan besi siku dengan panjang 336mm, lebar 255mm, tinggi 152mm, dan tebal 2mm. Digunakan sebagai tempat untuk menaruh baterai sebanyak 4 buah.
7. Swing arm dirancang menggunakan besi hollow dengan panjang 600mm, lebar 280mm, tinggi 62mm, dan tebal 3mm. Digunakan sebagai tempat penyangga dari penggerak motor listrik dan juga sebagai tumpuan shokbreaker.
8. Pengereman pada kendaraan listrik ini menggunakan pengereman jenis cakram untuk bagian depan dan belakang, bagian belakang menggunakan cakram karena mengikuti dari penggerak motor listrik yang hanya bisa menggunakan cakram.

3.3 Simulasi Rangka Sepeda Motor yang digunakan

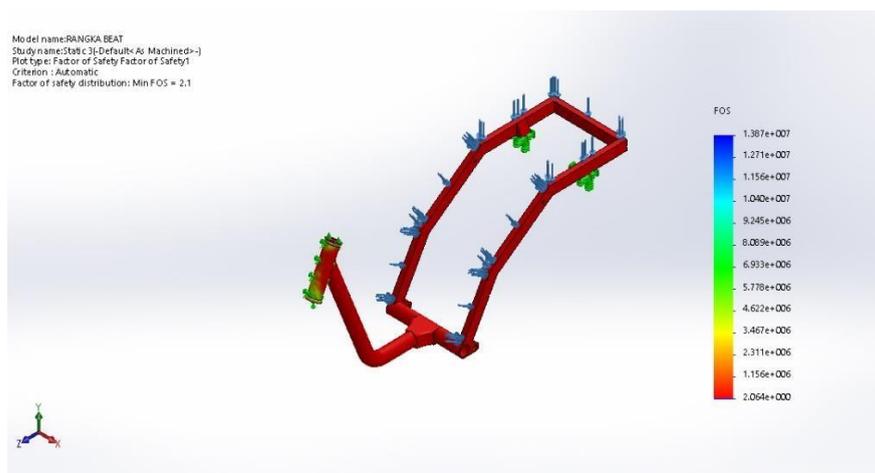
Desain dan Simulasi *Stress Analysis* dilakukan untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada rangka, defleksi dan *safety factor* yang aman untuk rangka sepeda motor listrik ketika diberi beban. Berat yang diberikan pada rangka untuk baterai yaitu 392,4 N didapat dari berat baterai 4 buah sebesar 40 kg dikalikan dengan percepatan gravitasi, dan untuk penumpang dan pengendara 1569,6 N didapat dari asumsi sebesar 160 kg dikalikan dengan percepatan gravitasi. Dari hasil *Running* simulasi *stress analysis* yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Proses Stress Analysis Rangka

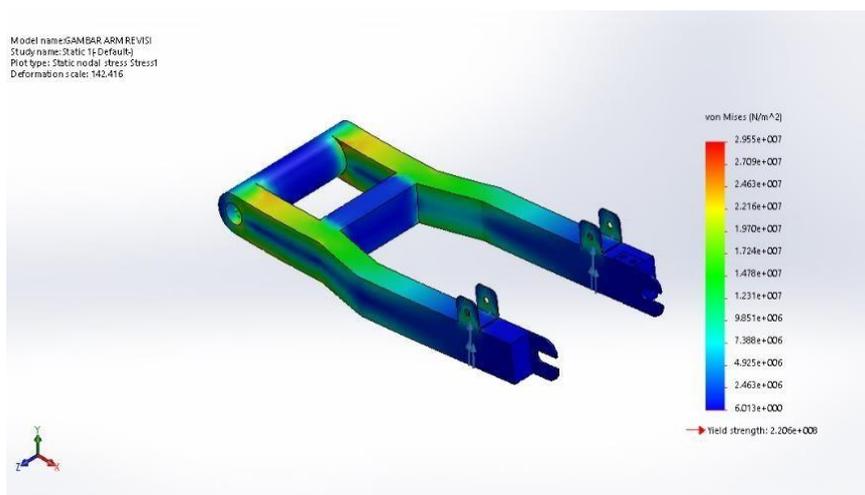
Gambar 3 menunjukkan hasil analisa tegangan pada rangka sepeda motor yang digunakan, dari gambar tersebut terlihat bahwa tegangan terbesar terjadi pada rangka bagian komstir motor yang besarnya 3.006 N/mm². Sedangkan faktor keamanan (*safety faktor*) ditunjukkan pada Gambar 4 terlihat bahwa faktor keamanan terkecil terjadi pada komstir dengan nilai FOS 2.1 . Dapat dilihat dari parameter *safety factor* dari hasil perancangan maka dinyatakan aman untuk digunakan dengan beban 392,4 N, 1569,6 N.

PERANCANGAN SEPEDA MOTOR BERTENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN HUB MOTOR BRUSHLESS DC (BLDC)



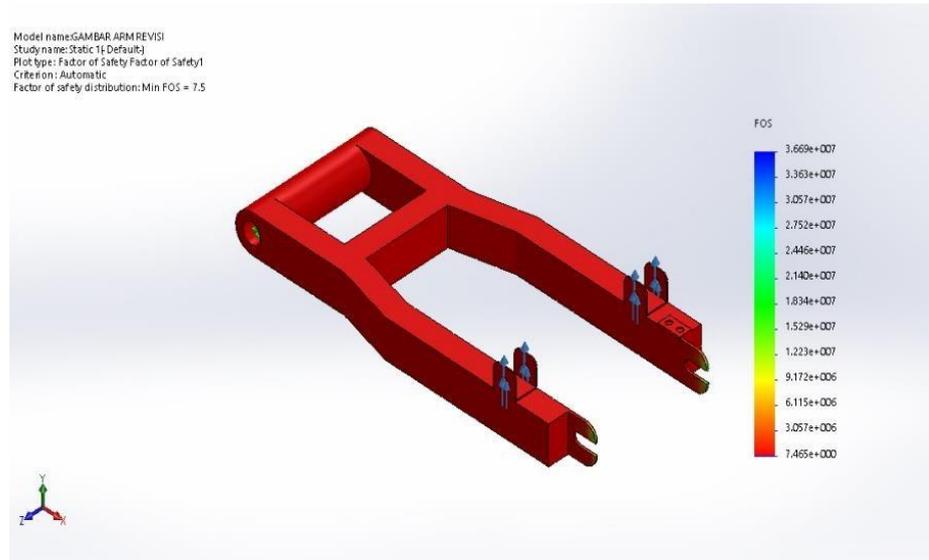
Gambar 4. Proses Stress Analysis Rangka

Desain dan Simulasi *Stress Analysis* dilakukan untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada *swing arm*, defleksi dan *safety factor* yang aman untuk *swing arm* sepeda motor listrik ketika diberi beban 1569, N meliputi beban pengendara dan juga penumpang dan juga beban baterai 4 buah sebesar 392,4 N.



Gambar 5. Proses Stress Analysis Swing Arm

Gambar 5 menunjukkan hasil analisa tegangan pada *swing arm* sepeda motor yang digunakan, dari gambar tersebut terlihat bahwa tegangan terbesar terjadi pada swing arm sebesar $2,955e+007$ N/mm². Sedangkan faktor keamanan (*safety faktor*) ditunjukkan pada Gambar 6 terlihat bahwa faktor keamanan terkecil terjadi pada komstir dengan nilai FOS 7,5 . Dapat dilihat dari parameter *safety faktor* dari hasil perancangan maka dinyatakan aman untuk digunakan.



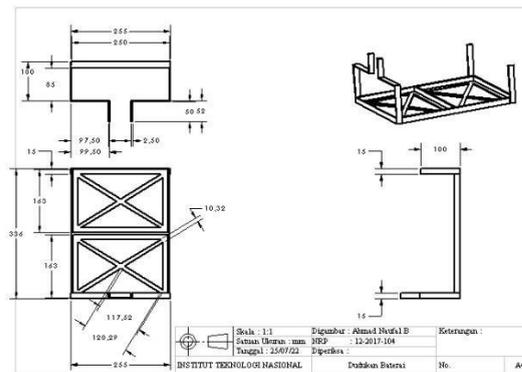
Gambar 6. Proses Stress Analysis Swing Arm

3.4 Komponen Pendukung Sepeda Motor Listrik

Pada perancangan konversi sepeda motor berbahan bakar bensin menjadi tenaga listrik memerlukan beberapa komponen pendukung sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, maka dibuatlah komponen pendukung untuk menunjang kebutuhan dari proses perakitan pada kendaraan motor bertenaga listrik tersebut :

1. Dudukan baterai

Dudukan baterai ini berfungsi sebagai tempat untuk menyangga baterai sebanyak 4 buah, dudukan baterai ini dirancang menggunakan besi siku dengan panjang 336mm, lebar 255mm, tinggi 152mm, dan tebal 2mm.

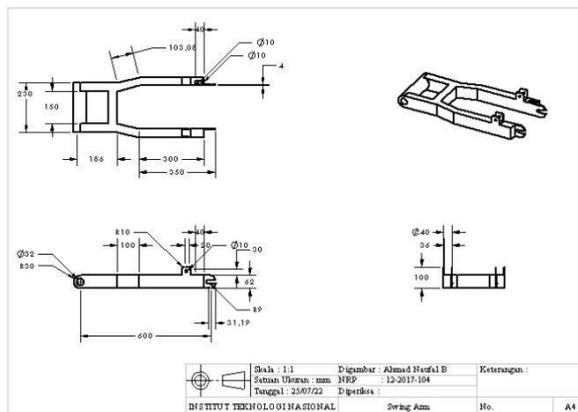


Gambar 7. Dudukan Baterai Kendaraan Listrik

2. Swing arm

Perancangan kendaraan motor listrik ini mengubah arm bawaan dari motor *beat*, karena pada perancangan kendaraan motor listrik ini menggunakan hub yang diletakkan di roda belakang dimana memerlukan penyesuaian agar dapat terpasang.

PERANCANGAN SEPEDA MOTOR BERTENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN HUB MOTOR BRUSHLESS DC (BLDC)



Gambar 8. Swing Arm Kendaraan Listrik

4. KESIMPULAN

Perancangan kendaraan motor listrik ini dapat menempuh jarak 50 km dengan kecepatan 80 km/jam beserta beban sebesar 160 kg termasuk pengendara dan penumpang. Motor listrik digunakan sebagai penggerak adalah jenis motor listrik BLDC jenis HUB 48V 1500 Watt. Perancangan kendaraan motor listrik ini menggunakan baterai jenis SLA 12V 35 Ah sebanyak 4 buah berfungsi sebagai sumber tenaga yang disusun secara seri. Perancangan kendaraan motor listrik ini juga membutuhkan controller yang berfungsi sebagai pengendali atau pengatur dari kendaraan motor listrik. Sistem transmisi perancangan kendaraan listrik ini menggunakan transmisi *matic*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Danu., & Riyadi, Slamet. (2018). Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation).
- Hermawan, I., Yantoro, Y., & Riyadi, T. (2012). PENGENDALIAN MOTOR LISTRIK 3 PHASA HUBUNGAN BINTANG SEGITIGA (STAR-DELTA) SECARA MANUAL.
- Luthfianto, A. (2017). Perancangan Ulang Sistem Transmisi Rantai Mobil NOGOGENI EVO 3.
- Putra, D. R., Yoesgiantoro, D., & Thamrin, S. (2020). KEBIJAKAN KETAHANAN ENERGI BERBASIS ENERGI LISTRIK PADA BIDANG TRANSPORTASI GUNA Mendukung PERTAHANAN NEGARA DI INDONESIA : SEBUAH KERANGKA KONSEPTUAL. Vol 7, No3.
- Ramadon, M. S. (2021). PERANCANGAN KONVERSI SEPEDA MOTOR BERBAHAN BAKAR BENSIN MENJADI BERTENAGA LISTRIK.
- Sularso, & Suga, K. (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.
- Tommycat. "Guide to Hall Sensor Throttle operation, testing, and modification " Online posting. October. 2017. Northwestern Lilinois. 31 Juli 2018. <<https://electricbike.com/forum/forum/kits/golden-motor-magic-pie/70584-guide-to-hall-sensor-throttle-operation-testing-and-modification#post71418>>.
- Wibowo, Y. C., & Riyadi, S. (2018). Analisa Pembebanan pada Motor Brushless DC (BLDC). Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018.
- Widharman, I ,G, S. (2020). SENSOR EFFECT HALL PADA INDUSTRI OTOMOTIF. Bali