

## **ANALISIS SIMULASI KEKUATAN DAN PEMBUATAN RANGKA KENDARAAN SEPEDA MOTOR LISTRIK**

*Analysis of Strength Simulation and Frame Fabrication of Electric Motorcycle Vehicle*

**Ricky Setiawan<sup>1\*</sup>, Didik Sugiyanto<sup>1</sup>, Asy'ari Daryus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia.

\* Email Korespondensi : [ricky\\_setiawan@ft.unsada.ac.id](mailto:ricky_setiawan@ft.unsada.ac.id)

Artikel Info - : Diterima : 07-09-2022; Direvisi : 22-11-2022; Disetujui : 05-12-2022

### **ABSTRAK**

Perkembangan industri otomotif khususnya transportasi kendaraan saya ini mengalami perubahan dari motor bakar berganti menjadi kendaraan motor listrik. Tujuan dari penulisan untuk mendapatkan hasil simulasi perancangan rangka dan daya pada sepeda motor listrik. Hasil simulasi dari perancangan dimana material yang digunakan *low carbon steel* bahwa rangka sepeda motor listrik dengan berat pengendara 170 kg aman berdasarkan buku "*machine element*" tentang *safety factor* beban dinamis yang ditentukan 2,0-3,0 Untuk beban statis 1,25-2,0 dan kejut 3-5 konstruksi rangka ini termasuk beban dinamis, *displacement* yang dihasilkan analisis tegangan rangka sepeda motor listrik menerima beban 1.700 N yang diasumsikan sebagai berat pengendara. Berdasarkan hasil simulasi *displacement* maksimum adalah 0,2118 mm dan tegangan von mises yang dihasilkan analisis tegangan rangka sepeda motor listrik menerima beban 1.700 N yang diasumsikan sebagai berat pengendara. Berdasarkan hasil simulasi *von mises* maksimum adalah 101,3 MPa Tegangan *von mises*. Sepeda motor listrik ini menggunakan motor *brushless* BLDC 48 V 1500 W 550 rpm dan menggunakan baterai ion litium 58 V dan 24 Ah.

**Kata Kunci: Simulasi, Rangka, Daya, Kendaraan Listrik**

### **ABSTRACT**

*The development of the automotive industry, especially my vehicle transportation, has changed from a fuel motor to an electric motor vehicle. The purpose of writing is to get results from the simulation of frame design and power on an electric motorcycle. The simulation result from the design where the material used is low carbon steel that the frame of an electric motorcycle with a rider weight of 170 kg is safe based on the "machine element" book on the dynamic load safety factor, which is determined from 2.0-3.0 For static loads 1.25-2.0 and shocks 3-5 this frame construction includes dynamic loads, displacement resulting from the stress analysis of the electric motorcycle frame receiving a load of 1700 N which is assumed to be the weight of the rider. Based on the simulation results, the maximum displacement is 0.2118 mm, and the von Mises stress generated by the stress analysis of the electric motorcycle frame receives a load of 1700 N, which is assumed to be the weight of the rider. Based on the simulation results, the maximum von Mises is 101.3 MPa. The von mises voltage. This electric motorcycle uses a 48 V BLDC brushless motor, 1500 W, 550 rpm, and uses a 58 V and 24 Ah lithium-ion battery.*

**Keywords: Simulation, Frame, Power, Electric Vehicles**

### **1. Pendahuluan**

Kebutuhan masyarakat akan bahan bakar minyak meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini terlihat pada jumlah konsumsi bahan bakar bensin, kendaraan bahan bakar bensin digunakan untuk transportasi pribadi [1]. kebutuhan masyarakat Indonesia akan bahan bakar minyak sudah menjadi kebutuhan terpenting. Hal ini terlihat dari kebiasaan masyarakat yang menggunakan kendaraan berbahan bakar minyak untuk transportasi jarak dekat [2]. Tentunya konsumsi bahan bakar tidak lepas dari permintaan pasar, karena permintaan pasar meningkat. Jenis kendaraan bermotor yang mengalami perkembangan

adalah sepeda motor. Penggunaan sepeda motor yang mudah dan sarana penunjang kegiatan yang memadai, Situasi ini menyebabkan keengganan masyarakat untuk meninggalkan penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak untuk kebutuhan transportasi jarak dekat. Dampaknya yang terjadi pada lingkungan adalah pencemaran udara, sedangkan di perkotaan terjadi kemacetan dan kegagalan tata kota karena digunakan untuk parkir [3].

Kebutuhan akan kendaraan elektrik yang mampu menggantikan secara penuh peran kendaraan berbahan bakar fosil sebagai alat transportasi menuntut terciptanya kendaraan listrik dengan penggunaan energi minimum namun tetap memiliki keandalan tinggi dalam hal kecepatan dan daya [4]. Motor listrik merupakan sebuah mesin yang banyak aplikasi dalam hal sistem penggerak, salah satunya adalah dipakai di mobil listrik. Dalam penentuan sebuah sistem penggerak tidaklah bisa sembarang dipakai untuk berbagai beban, sehingga dibutuhkan data mengenai spesifikasi performa dari sistem penggerak tersebut. Data-data tersebut akan dipadukan dengan beban dari sistem penggerak untuk menghasilkan titik optimum kerja dari sebuah sistem penggerak [4].

Perkembangan kendaraan listrik di Indonesia mulai menguat kembali setelah diterbitkannya Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (*battery electric vehicle*) [5]. Saat ini perkembangan bidang kendaraan listrik baik dari sisi riset dan industri atau produk komersial sudah semakin membaik. Paper ini meninjau status terkini dari sepeda listrik dan motor listrik di Indonesia yang dijual secara komersial [6].

Pada kendaraan bermotor, rangka merupakan bagian terpenting yang akan menahan dan sebagai tempat dudukan berbagai macam komponen-komponen, serta mendukung beban komponen tersebut pada sistem kendaraan. Perhitungan kekuatan rangka merupakan hal yang sangat penting untuk memastikan rangka mampu menahan beban. Perhitungan kekuatan rangka dapat dilakukan secara manual (*hand calculation*) atau dengan menggunakan *finite element analysis* (FEA). Banyak *software* yang bisa digunakan seperti *solidworks* [7], dan *Autodesk Inventor* [8]. FEA telah banyak digunakan sebagai *tool analysis* untuk memperoleh gambaran distribusi tegangan dan memprediksi kekuatan struktur [9]. Penggunaan FEA dalam memprediksi kekuatan suatu konstruksi sistem mekanikal dapat menekan biaya desain bila dibandingkan dengan eksperimen [10].

Dari masalah-masalah tersebut, maka timbul ide untuk membuat alat transportasi yang ramah lingkungan ialah menggunakan energi listrik untuk menggerakkan motor sehingga kendaraan dapat berjalan dengan efisien dan ramah lingkungan [11]. Sepeda motor listrik ini dirancang agar pengguna tidak kesulitan dalam pengoperasiannya serta merasa nyaman pada saat berkendara dimana tidak dihasilkan gas buang yang membuat polusi udara.

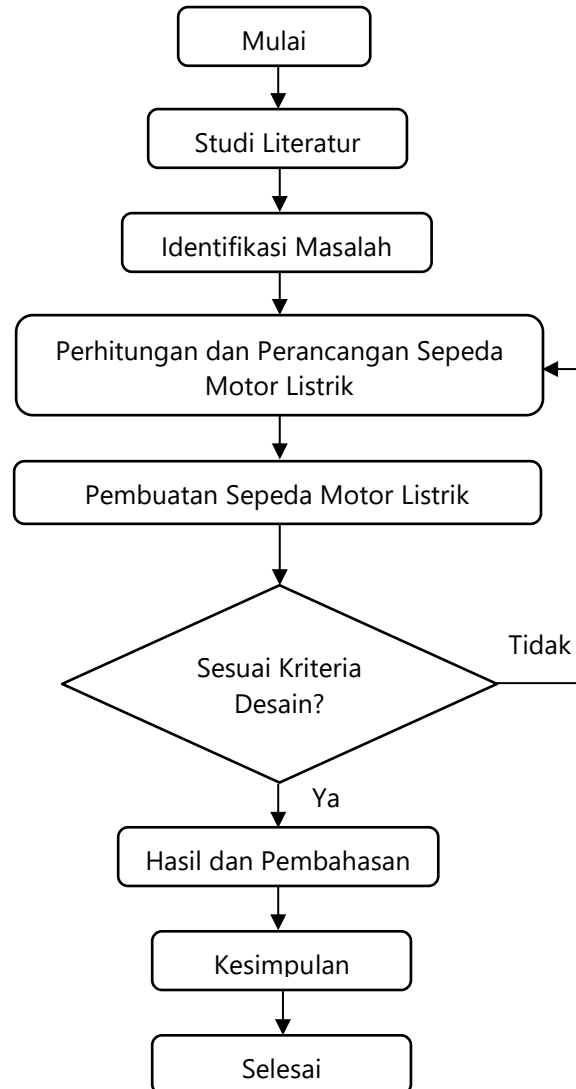
## 2. Metodologi Penelitian

Beban yang diberikan pada struktur rangka adalah beban gaya gravitasi. untuk menentukan titik berat pada rangka adalah berat penumpang 70 kg maka  $70 \text{ kg} \times 9,81 = 686,7 \text{ N}$  dibulatkan menjadi 700N, rangka sepeda motor listrik terbuat dari *carbon steel*.

**Tabel 1.** Material Eksperimen

No	Bagian	Jenis Bahan	Ukuran (mm)
1	Rangka	<i>Low carbon steel</i>	Ø 25 Tebal 1,5
2	<i>Swing arm</i>	<i>Low carbon steel</i>	Ø 25 Tebal 1,5

Tahapan penelitian pembuatan sepeda motor listrik dapat di jelaskan dengan diagram alir berikut.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi literatur  
Studi literatur merupakan tahap awal memulai penelitian, dimana penulis mencari jurnal atau buku-buku yang berisi hasil penelitian, dan penelitian sebelumnya dapat dijadikan sebagai bahan referensi.
2. Identifikasi masalah  
Melakukan identifikasi untuk mengetahui hasil penelitian Pada sepeda motor listrik.
3. Perhitungan dan Perancangan Sepeda Motor Listrik  
Menghitung dan menentukan letak komponen Sepeda motor listrik yang akan di buat dan mengetahui komponen yang akan digunakan untuk membuat alat.
4. Pembuatan sepeda motor listrik  
Pada tahap ini komponen yang sudah di dapatkan akan diaplikasikan pada sepeda motor listrik.

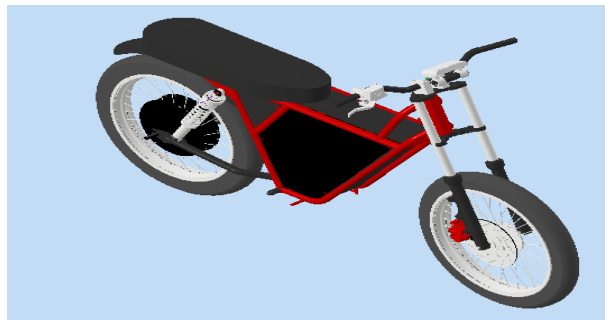
## 5. Kecepatan maksimum

Kecepatan maksimum pada sepeda motor listrik dilakukan dengan cara membuat sepeda motor listrik berjalan dengan gas *full* sehingga mendapatkan kecepatan maksimal pada sepeda motor listrik.

## 6. Hasil dan pembahasan

Hasil dari pengujian keseluruhan sehingga didapatkan data dari sepeda motor listrik yang diuji. Kemudian pada pembahasan melakukan pengolahan analisa data dan alat yang diuji.

### 2.1 Desain Sepeda Motor Listrik



**Gambar 2.** Desain Sepeda Motor Listrik

### 2.2 Perancangan Rangka sepeda motor listrik

Langkah-langkah pengerjaan sepeda motor listrik meliputi pembuatan rangka, pembuatan rumah *komstir*, pembuatan *swing arm* dan pembuatan *cover* baterai.



**Gambar 3.** Rangka Sepeda Motor Listrik

Pembuatan rangka dan *swing arm* menggunakan besi *low carbon steel* dengan  $\varnothing$  25 mm tebal 1,5mm, penggunaan besi *carbon steel* dipilih sebagai rangka dikarenakan struktur bahannya kuat. dan untuk *cover* baterai menggunakan pelat besi galvanis dengan tebal 6mm, penggunaan pelat besi galvanis dipilih sebagai *cover* baterai dikarenakan kuat untuk menopang bobot dari baterai litium.

### 2.3 Langkah Perhitungan Daya

Untuk menghitung daya motor listrik maka diperlukan menghitung bobot kendaraan motor listrik, untuk menghitung bobot kendaraan motor listrik maka perlu diukur berat total sepeda motor listrik dan mencari putaran mesin motor listrik *revolutions per minute* (rpm) yang dihasilkan dengan kecepatan maksimal 45 km/jam, jika sudah mengetahui putaran mesin yang dihasilkan maka perlu menghitung daya motor listrik saat kecepatan 45km/jam, dan mencari minimum arus baterai yang di perlukan untuk motor listrik.

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### 3.1. Desain Simulasi Rangka Kendaraan Roda Dua

Untuk simulasi perhitungan rangka terbagi menjadi tiga bagian yaitu: *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* [8].

##### 3.1.1. Von Mises Stress

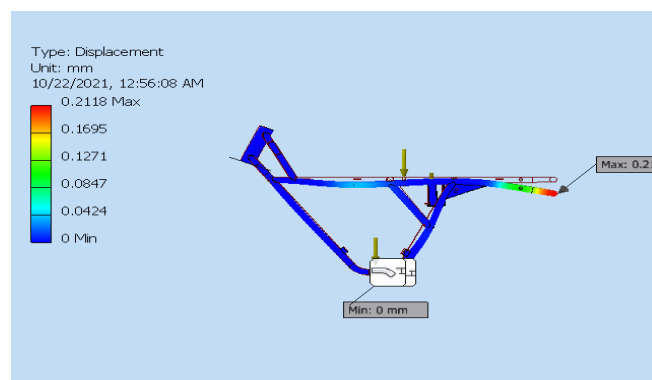
Merupakan salah satu hasil perhitungan hubungan tegangan-regangan pada objek, dan regangan diperoleh dari deformasi yang dialami oleh model rangka. Tegangan minimal 101,3 MPa terletak pada bagian sasis belakang. Tegangan izin pada *carbon steel* SCH 40 adalah 134 MPa maka desain aman karena tegangan dari perhitungan dibawah tegangan izin.



**Gambar 4.** *Von Mises Stress*

##### 3.1.2. Displacement

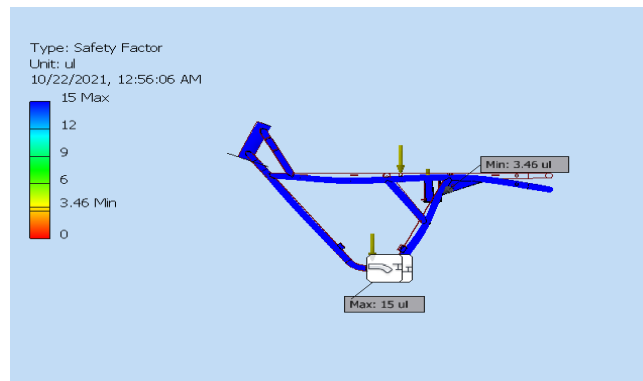
Hasil analisis struktur dengan metode elemen adalah deformasi atau *displacement*. Gambar 5 berikut menunjukkan hasil analisis deformasi penuh pada model: *Displacement* adalah pergerakan akibat beban yang terdapat pada suatu komponen, *displacement* minimal 0,2118 mm terletak pada bagian pengendara belakang.



**Gambar 5.** *Displacement*

##### 3.1.3. Safety Factor

*Safety factor* adalah nilai keamanan dalam desain. Perhitungan faktor keamanan mengacu pada hasil bagi tegangan yang diizinkan (*yield strength*) dibagi dengan tegangan yang muncul. *Safety factor* minimal 3,46 MPa terletak pada bagian sasis belakang dan tegangan minimum 0 terletak pada bagian bawah rangka.



**Gambar 6.** Safety Factor

**Tabel 2.** Hasil Simulasi

Hasil Simulasi		Berat Pengendara		
		70 kg	100 kg	170 kg
<i>Von misses</i>	<i>Maximum</i>	40,39 MPa	60,84 MPa	101,3 MPa
<i>Displacement</i>	<i>Maximum</i>	0,08415 mm	0,1267 mm	0,2118 mm
<i>Safety factor</i>	<i>Maximum</i>	8,67	5,75	3,46

Berdasarkan Tabel 2 , beban maksimum yaitu ketika berat pengendara = 170 kg diperoleh angka *safety factor* 15 dan *safety factor* minimum di sisi pengemudi adalah 3,46 berdasarkan buku "machine element" tentang *safety factor* beban dinamis yang ditentukan 2,0-3,0 Untuk beban statis 1,25-2,0 dan kejut 3-5 konstruksi rangka sepeda motor listrik ini masuk kelompok beban dinamis sehingga angka keamanannya minimal 2, jadi aman untuk pengendara dengan berat 170 kg [8].

### 3.2 Proses pembuatan rangka sepeda motor listrik

Pada pembuatan rangka sepeda motor listrik memiliki enam proses pengerjaannya diantaranya sebagai berikut.

#### 3.2.1. Proses pembuatan *swing arm*

Langkah-langkah pembuatan rangka dan *swing arm*:

- 1) Memotong besi *carbon steel* Ø 25 mm, tebal 1,5 mm dengan panjang 20 cm untuk rangka bagian atas.
- 2) Memotong *carbon steel* Ø 25 mm, tebal 1,5 mm dengan panjang 200,5 cm untuk rangka bagian tengah.
- 3) Memotong *carbon steel* Ø 25 mm, tebal 1,5 mm dengan panjang 73 cm untuk rangka bagian bawah.
- 4) Memotong besi *carbon steel* Ø 25 mm, tebal 1,5 mm dengan panjang 45,3 cm dan 23,6 cm untuk penahan rangka tengah.
- 5) Memotong *carbon steel* Ø 25 mm, tebal 1,5 mm dengan panjang 14 cm untuk penahan lebar rangka tengah.
- 6) Memotong *carbon steel* Ø 25 mm, tebal 1,5 mm dengan panjang 43 cm untuk *swing arm*.



**Gambar 7.** Proses Pemotongan Besi Pipa

### 3.2.2. Pembuatan Rumah *Komstir*

Pembuatan rumah *komstir* sebagai tempat *komstir* agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai sambungan segitiga *shock* depan Selain itu juga agar lebih mudah dalam penggantian *bearing* jika sudah rusak.

Langkah-langkah pembuatan rumah *komstir*:

- 1) Menyediakan besi dengan  $\varnothing$  dalam 51 mm dan  $\varnothing$  luar 25 mm dengan panjang 17 cm.
- 2) Membubut besi  $\varnothing$  25 mm menjadi  $\varnothing$  42 mm untuk rumah *komstir* (*bearing*).



**Gambar 8.** Rumah *Komstir*

### 3.2.3. *Bending* Rangka

*Bending* adalah proses pembengkokan besi agar sesuai dengan suatu desain atau bentuk.

Pembuatan *bending* meliputi:

- a. Rangka atas 14,6 cm dengan panjang tekukan 8 cm dan  $40^\circ$ .
- b. Rangka tengah 90 cm dengan panjang tekukan 7,35 cm dan  $180^\circ$ .
- c. Rangka bawah 10 cm dengan panjang tekukan 7,5 cm dan  $55^\circ$  dan 12 cm dengan panjang tekukan 8 cm dan  $40^\circ$ .
- d. *Swing arm* panjang 5 cm dengan panjang tekukan 5 cm  $30^\circ$  dan panjang 5,5 cm panjang tekukan 6 cm dan  $30^\circ$ .



**Gambar 9.** Hasil *Bending*

### 3.2.4. Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua logam atau lebih menjadi satu bentuk sambungan dengan menggunakan proses panas.

Langkah-langkah pengelasan:

- Mengelas besi pipa  $\varnothing$  25 mm untuk rangka bagian atas sepanjang 20 cm.
- Mengelas besi pipa  $\varnothing$  25 mm untuk rangka bagian tengah sepanjang 200,5 cm.
- Mengelas besi pipa  $\varnothing$  25 mm untuk rangka bagian bawah sepanjang 73 cm.



**Gambar 10.** Proses Pengelasan

Dari hasil rancangan dan pembuatan sepeda motor listrik mempunyai hasil pada Gambar 11 berikut ini.



**Gambar 11.** Hasil Pembuatan Rangka di terapkan Pada Sepeda Motor Listrik

### 3.3. Pembahasan

Dari perancangan pembuatan sepeda motor listrik terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari perhitungan yang disebabkan oleh jalan yang menanjak dan jalan yang bergelombang (rusak) sehingga mempengaruhi hasil kecepatan pada sepeda motor listrik.

Pada pengujian rangka sepeda motor listrik yang menggunakan *low carbon steel* sebagai rangka utama dan jenis rangka yang digunakan *trellis* yang menggunakan besi pipa *tubular* yang dilas satu persatu, dan untuk hasil uji kekuatan rangka yang digunakan untuk pengendara dengan berat 170kg rangka dinyatakan aman (tidak patah) untuk berat total sepeda motor listrik adalah 50kg. Untuk menambahkan kenyamanan pengendara maka sepeda motor listrik ini perlu ditambahkan pengereman belakang agar lebih *safety* dan menambahkan *stabilizer shock* depan agar lebih nyaman saat pengereman.



#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain simulasi analisa kekuatan rangka konstruksi rangka pada sepeda motor listrik menggunakan *low carbon steel* bahwa rangka sepeda motor listrik dengan berat pengendara 170kg aman berdasarkan buku "*machine element*" tentang *safety factor* beban dinamis yang ditentukan 2,0-3,0 Untuk beban statis 1,25-2,0 dan kejut 3-5 konstruksi rangka ini termasuk beban dinamis, *displacement* yang dihasilkan analisis tegangan rangka sepeda motor listrik menerima beban 1.700 N yang diasumsikan sebagai berat pengendara. Berdasarkan hasil simulasi *displacement* maksimum adalah 0,2118 mm dan tegangan *von mises* yang dihasilkan analisis tegangan rangka sepeda motor listrik menerima beban 1.700 N yang diasumsikan sebagai berat pengendara. Berdasarkan hasil simulasi *von mises maksimum* adalah 101,3 MPa. Sebagai saran sebaiknya menggunakan arus baterai yang lebih besar agar jarak penggunaannya lebih jauh dan memaksimalkan kerja motor listrik, menambahkan pengereman belakang agar lebih *safety*, penambahan *stabilizer* untuk *shock* depan agar lebih nyaman saat pengereman.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] N. I. Suendri, S. Hani, and S. Priyambodo, "Analisis Performa Brushless Motor DC Pada Mobil Listrik Molista," *Jurnal Elektrikal*, vol. 5, no. 1, pp. 18-26, 2018.
- [2] Zulfikri, and S. Maimunah, "Kajian Konsumsi BBM Pengguna Kendaraan Pribadi Roda Empat Di Jabodetabek," *Warta Penelitian Perhubungan*, vol. 22, no. 5, pp. 513-526, 2010.
- [3] A. Rizal, "Pembuatan Sepeda Listrik Tenaga Surya," *Universitas Pasundan*, pp. 1-62, 2014.
- [4] R. A. D. Apresco, "Perbandingan Unjuk Kerja Motor Brushless Direct Current Dengan Brushed Direct Current Pada Nogogeni Urban Konsep," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, pp.1-96, 2017.
- [5] N. M. A. Wijaya, I. N. S., Kumara, and C. G. I. Partha, and Y. Divayana, "Perkembangan Baterai dan Charger untuk Mendukung Pemasayarakatan Sepeda Listrik di Indonesia," *Jurnal Spektrum*, vol. 8, no.1, pp. 15-26, 2021.
- [6] I. P. A. S. Adi P., I. N. S. Kumara, and I. G. A. P. R. Agung, "Status Perkembangan Sepeda Listrik Dan Motor Listrik Di Indonesia," *Jurnal Spektrum*, vol. 8, no. 4, pp. 8-19, 2022.
- [7] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro, and W. Setiyadi, "Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype "Ababil" dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016," *Proceeding of The URECOL*, pp. 96-105, 2018.
- [8] B. Setyono, Mrihrenaningtyas, and A. Hamid, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid "Trisona" Menggunakan Software Autodesk Inventor," *Jurnal Iptek*, vol. 20, no. 2, pp. 37-46, 2016.
- [9] A. Fahrudin, M. Rahmat, and R. Waluyo, "Rancang Bangun Tabung Udara Dingin Terkompresi dengan Tekanan 5 Bar," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 4, no. 2, pp. 175-184, 2019.
- [10] R. Waluyo, A. R. Ahmad, G. E. Pramono, and Fahrulrizal, "Perancangan dan Analisis Kekuatan Rangka Cetakan Komposit Kayu-Plastik Menggunakan Finite Element Analysis," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, no. 1, pp. 63-72, 2020.
- [11] J. B. Manalu, "Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik," Universitas Sumatera Utara, 2017.