

# PERANCANGAN KENDARAN LISTRIK SEBAGAI ALTERNATIF TRANSPORTASI BERKELANJUTAN DI MASA DEPAN

**Brahmantyo Luqman Sayoko<sup>1\*</sup>, Rafly Mohammad Zidan Hanani Putra<sup>2</sup>, dan Bagoes  
Anugrah Pramudiksa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Raya  
Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur. 60294, Indonesia.

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl.  
Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur. 60294, Indonesia.

Email : [bramluqman8@gmail.com](mailto:bramluqman8@gmail.com)<sup>1</sup>

## Abstrak

Kesadaran akan dampak negatif emisi karbon terhadap lingkungan yang semakin meningkat dan krisis energi fosil telah mendorong pengembangan alternatif transportasi yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, mobil listrik telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Paper ini bertujuan untuk menyajikan rancang bangun sebuah mobil listrik yang inovatif, dengan fokus pada efisiensi energi, kinerja yang andal, dan penurunan emisi karbon. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek meliputi bobot ringan, desain aerodinamis, sistem daya, sistem penggerak, sistem penyimpanan energi, dan dimensi kendaraan. Penelitian ini melibatkan analisis literatur untuk memahami teknologi kendaraan listrik dan tren perkembangan di masa depan, adapun faktor-faktor seperti bobot ringan, desain aerodinamis, dan baterai yang tahan lama dari mobil listrik yang dirancang menunjukkan performa yang memuaskan. Analisis data pengujian mengungkapkan efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan bertenaga *internal combustion engine* (ICE). Selain itu, mobil listrik ini juga menunjukkan penurunan emisi karbon yang signifikan, memberikan kontribusi positif terhadap upaya global dalam mengurangi dampak lingkungan. Hasil penelitian ini didapatkan alternatif desain dan rancangan kendaraan listrik, dengan panjang 2646,36 mm, lebar sebesar 1090 mm, tinggi total 902,68 mm dan motor penggerak kendaraan DB80L048030-A-BRUSHLESS DC MOTOR dari merk Nanotec dengan voltage sebesar 48 V, putaran maksimum sebesar 3300 rpm, kecepatan ideal 19,2 km/jam, jarak tempuh 9,6 km dengan batas waktu 25 menit. Tujuan praktis dari rancang bangun ini yaitu alternatif yang lebih ramah lingkungan dan kendaraan berkelanjutan dalam transportasi pribadi. Diharapkan bahwa penelitian ini dapat memicu minat dalam pengembangan mobil listrik dan mendorong penggunaan yang lebih luas di masa depan.

**Kata kunci:** Efisiensi energi, Emisi karbon, Kendaraan berkelanjutan, Mobil Listrik, Rancang Bangun.

## Abstract

*Awareness of the increasing negative impact of carbon emissions on the environment and the fossil energy crisis has encouraged the development of sustainable transportation alternatives. In this context, electric cars have emerged as a promising solution. This paper aims to present the design and build of an innovative electric car, with a focus on energy efficiency, reliable performance, and reduced carbon emissions. The design is carried out by considering various aspects including light weight, aerodynamic design, power systems, propulsion systems, energy storage systems, and vehicle dimensions. This research involves an analysis of the literature to understand electric vehicle technology and future development trends, while factors such as light weight, aerodynamic design, and long battery life of electric cars are designed to show satisfactory performance. Analysis of the test data revealed higher energy efficiency compared to internal combustion engine (ICE) powered vehicles. In addition, this electric car also shows a significant reduction in carbon emissions, making a positive contribution to global efforts to reduce environmental impact. The results of this study obtained an alternative design and design of electric vehicles, with a length of 2646.36 mm, a width of 1090 mm, a total height of 902.68 mm and a driving motor for the vehicle DB80L048030-ABRUSHLESS DC MOTOR from the Nanotec brand with a voltage of 48 V, rotating maximum of 3300 rpm, ideal speed of 19.2 km/hour, distance of 9.6 km with a time limit of 25 minutes. The practical goal of this design is a more environmentally friendly and sustainable vehicle alternative to personal transport. It is hoped that this research can spark interest in the development of electric cars and encourage their wider use in the future.*

**Keywords:** Carbon Emissions, Design and Build, Electric Cars, Energy Efficiency, Sustainable vehicle.

## 1. Pendahuluan

Kesadaran akan dampak negatif emisi karbon terhadap lingkungan yang semakin meningkat dan krisis energi fosil telah mendorong pengembangan alternatif transportasi yang berkelanjutan (Parinduri & Parinduri, 2018). Dalam konteks ini, kendaraan listrik telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Pengembangan kendaraan listrik dapat mengurangi emisi, polutan (CO, NO<sub>x</sub>, HC, SO<sub>2</sub>, dan PM) yang cukup signifikan. Kendaraan listrik cocok untuk mengatasi masalah pencemaran udara, khususnya di perkotaan. Program penggunaan kendaraan listrik berbasis baterai merupakan langkah bagus bagi pemerintah, selain mengurangi emisi dan polutan sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Fitriana et al., 2020).

Kendaraan listrik atau lebih tepatnya Mobil Listrik pertama kali diperkenalkan oleh Robert Aderson di Skotlandia antara tahun 1832-1839, namun pada saat itu bahan bakar minyak relatif mudah diperoleh dengan harga terjangkau masyarakat dan masih melimpah pada saat itu, sehingga para ilmuwan dunia seperti Etienne Lenoir (1860) dan Nicolaus Otto (1876) (Efendi et al., 2021). Mobil listrik adalah kendaraan listrik yang ditenagai oleh motor/penggerak listrik menggunakan energi listrik yang disimpan pada baterai khusus atau penyimpanan energi listrik lainnya. Mobil listrik populer pada akhir tahun 1800-an dan awal tahun 1900-an, tetapi popularitasnya menurun karena kemajuan teknologi mesin pembakaran internal (ICE) dan harga kendaraan berjenis ICE lebih rendah dibanding kendaraan listrik. Krisis energi pada tahun 1970-an dan 1980-an telah mendorong kembali minat terhadap kendaraan listrik, tetapi hanya ditahun 2000-an para produsen transportasi terbilang serius pada kendaraan listrik, salah satu alasannya adalah kenaikan harga minyak (Subekti et al., 2014).

Paper ini bertujuan untuk menyajikan rancang bangun sebuah mobil listrik yang inovatif, dengan fokus pada efisiensi energi, kinerja yang andal, dan penurunan emisi karbon. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek meliputi bobot ringan, desain aerodinamis, sistem daya, sistem penggerak, sistem penyimpanan energi, dan dimensi kendaraan. Maka dari itu, kami memilih material Aluminium alloy 6061 untuk rangka pada kendaraan listrik yang akan dirancang. Aluminium adalah logam ringan yang memiliki ketahanan korosi dan konduktivitas listrik yang baik. Salah satu jenis aluminium adalah aluminium 6061 yang merupakan paduan magnesium (Mg) dan silikon (Si) yang memiliki sifat mekanik yang baik tanpa kehilangan konduktivitas listrik. Aluminium jenis ini sangat cocok untuk pembuatan rangka konstruksi kendaraan (Sihombing et al., 2019). Data di bawah ini merupakan material properties dari Aluminium alloy 6061.

● <i>Elastic Modulus</i>	: 6,9e+10 N/mm <sup>2</sup>
● <i>Poisson's Ratio</i>	: 0.33 N/A
● <i>Shear Modulus</i>	: 2,6e+10 N/mm <sup>2</sup>
● <i>Mass Density</i>	: 2700 kg/m <sup>3</sup>
● <i>Tensile Strength</i>	: 124.084 N/mm <sup>2</sup>
● <i>Yield Strength</i>	: 55.1485 N/mm <sup>2</sup>
● <i>Thermal Expansion Coefficient</i>	: 2.4e-05 K
● <i>Thermal Conductivity</i>	: 170 W/(m·K)
● <i>Specific Heat</i>	: 1300 J/(kg·K)

## 2. Metode Penelitian

Bagian ini membahas tentang metode *Research and Development* yang digunakan dalam rancang bangun kendaraan listrik yang terdiri dari:

### a. Tempat penelitian

Penelitian “Perancangan Kendaraan Listrik Sebagai Alternatif Transportasi Berkelanjutan di Masa Depan” dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

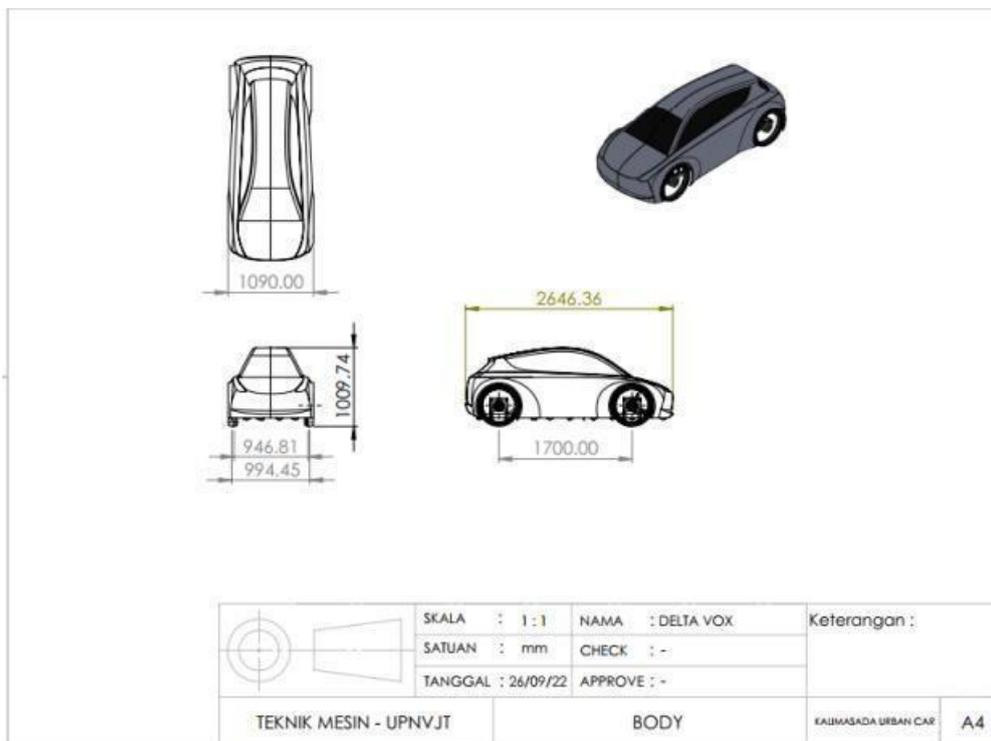
### b. Alat dan bahan

- Aluminium alloy 6061
- Fiber Carbon
- Baterai
- Motor penggerak
- Roda set

- Sistem pengereman
  - Hand tools
  - Gerinda
  - Cetakan body mobil
  - Solidworks
- c. Langkah-langkah
- Studi literatur
  - Desain rangka dan body kendaraan
  - Pembuatan chasis
  - Implementasi keseluruhan sistem (kemudi, pengereman, dan kelistrikan)
  - Pengujian kinerja kendaraan

**3. Hasil dan Diskusi**

Dalam merancang *body* mobil, diperlukan parameter untuk mendapatkan body yang efisien, yaitu material dan *drag coefficient*. Seiring perkembangan era modern, pembuat mobil bersaing untuk memproduksi kendaraan dengan bentuk bodi paling aerodinamis untuk mendapatkan traksi dan koefisien drag rendah (*Cd*) untuk peningkatan kinerja dan konsumsi bahan bakar, dengan menyesuaikan untuk fungsi kendaraan dalam produksinya. (Anggarana & Karohika, 2022). Nilai koefisien hambatan (*drag coefficient*) memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung bentuknya, semakin kecil nilai *drag coefficient* maka nilai *air resistance* semakin kecil.



Gambar 3.1. Desain dan dimensi *body* mobil listrik

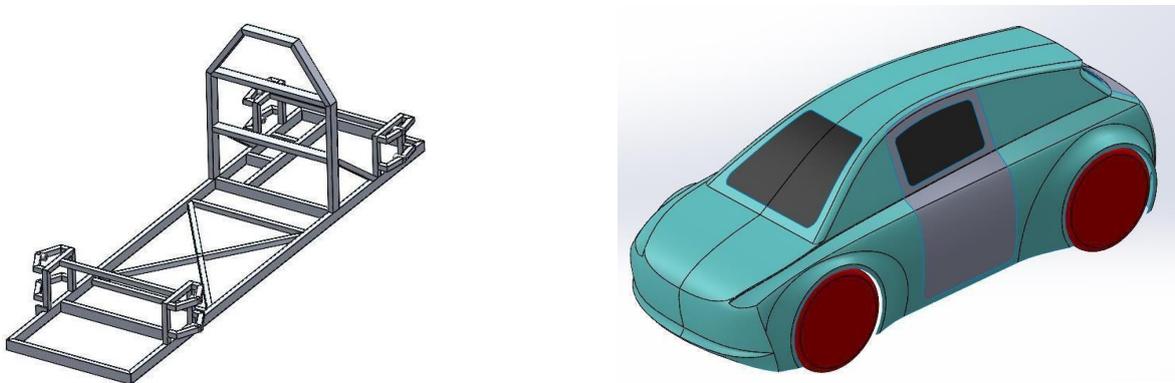
Material yang digunakan dalam membuat body mobil salah satunya adalah serat karbon (*carbon fiber*), material ini paling kaku, tetapi memiliki kekuatan tarik dan tekan yang senilai dengan fiberglass. Serat yang dimiliki lebih lembut dan getas dibandingkan dengan fiberglass dan kekuatan tumbuk memiliki kekuatan tumbuk yang lebih rendah (Tavarel et al., 2018). Material yang digunakan dalam pembuatan body pada mobil ini adalah *carbon fiber*, dikarenakan material ini memiliki kelebihan yang tipis dan ringan, tetapi memiliki daya tahan yang kuat, rancangan material ini dapat meminimalisir kinerja mesin. Metode yang digunakan dalam pembuatan body mobil adalah metode *hand lay-up*. Metode ini dipilih karena proses pembuatannya mudah dan tidak memerlukan peralatan khusus dalam proses pembuatannya.



Gambar 3.2. Pemberian sterofoam pada mockup dan tahap pembuatan cetakan negative

Setelah pembuatan body, berikut beberapa tahapan selanjutnya dalam rancang bangun mobil listrik Proses Pembuatan Komponen Mobil (*Body, Chasis, Perakitan Engine*), Perakitan Part, Pengujian, dan Pengambilan Data.

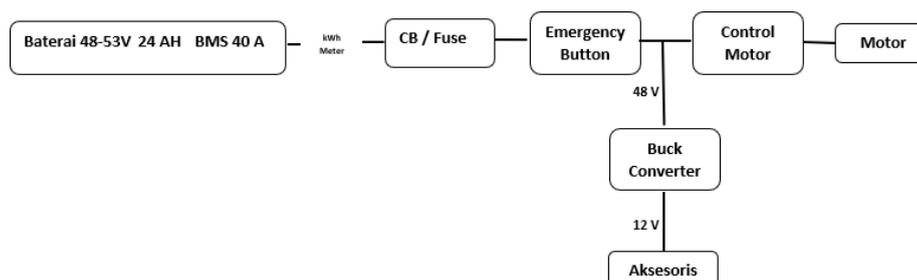
### 3.1. Desain Hasil Perancangan



Gambar 3.3. Desain rangka dan body mobil listrik

Perancangan mobil listrik umumnya didesain sebagai urban, namun memiliki keunggulan bentuk yang modern dan aerodinamis. Dengan dimensi mobil yaitu panjang sebesar 2636,36 mm, lebar sebesar 1090 mm, tinggi sebesar 902,68 mm. Nilai koefisien drag yang diperoleh dari pengujian simulasi adalah 0,1736. Hal ini menunjukkan nilai aerodinamis body secara umum lebih rendah dari nilai koefisien drag dibandingkan urban lainnya. Metode tersebut diterapkan dengan menggabungkan dua metode untuk mengolah serat karbon sebagai bahan utama dalam penggunaan body mobil. Cara ini dilakukan dengan cetakan negatif. Membuat cetakan negatif membutuhkan penambahan sterofoam ke multipleks, kemudian menambahkan tanah liat untuk menutupi seluruh permukaan model, dan menambahkan material prepeg serat karbon ke cetakan model. Proses vacuum menyebabkan material prepeg serat karbon terhisap sehingga menyelimuti detail permukaan body mobil dalam cetakan, selanjutnya dilakukan metode prepeg. Setelah itu body dipanaskan dengan oven pada suhu 80 C-120 C, body mengalami proses curing sehingga body dapat mengeras.

### 3.2. Skema Kelistrikan



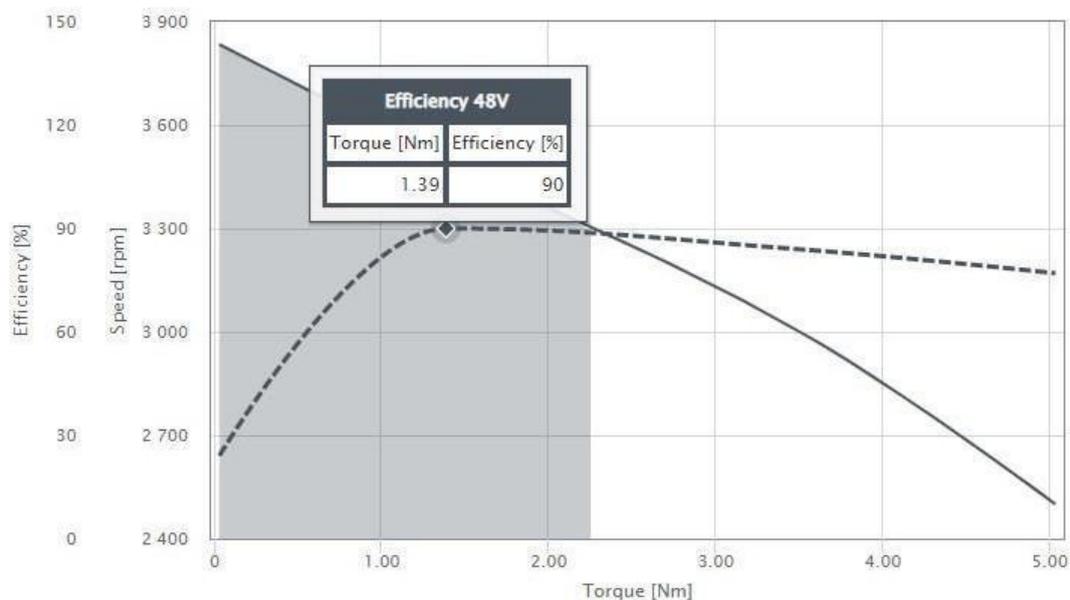
Gambar 3.4. Skema Kelistrikan pada mobil listrik

Berikut merupakan gambar dari skema wiring yang dipakai pada mobil listrik seperti ditunjukkan pada gambar diatas. Pengerjaan bagian ini dimulai dari pemasangan kabel pada mobil listrik dari baterai 48-53V kemudian dilanjutkan di Kwh meter dan ke terminal fusebox yang dipasang secara paralel dengan aksesoris dan buck converter atau stepdown lalu kabel disambung di emergency button yang dipararel kan di aksesoris dan buck converter atau stepdown setelah di sambung, emergency button kabel di salurkan di control motor yang berisikan bukaan gas dan controller pada mobil dan yang terakhir kabel disambungkan di terminal pada motor penggerak.

Aksesoris kelistrikan:

- a. Wiper
- b. Lampu depan
- c. Lampu sen depan belakang
- d. Klason 85 dB stereo
- e. Lampu rem belakang

### 3.3. Data Kinerja



Gambar 3.5. Grafik efisiensi

Berdasarkan data efisiensi yang ditunjukkan diatas, hasil keluaran torsi tidak memenuhi beban yang akan ditanggung. Oleh karena itu, perlu ditambahkan perancangan rangkaian gear dengan menggunakan hasil perhitungan di bawah sebagai berikut :

- Kecepatan motor: 3300 RPM
- Radius Ban: 0.5 m
- Menggunakan gear 1:10, Kecepatan motor menjadi 330 RPM, dan Torsi maks: 2.51 Nm
- Menggunakan gear 1:15, kecepatan motor menjadi 210 RPM dan Torsi maks: 1.67Nm
- Kondisi ideal 1: 40km/h dalam 5 detik untuk gliding, diperlukan 425 RPM
- Kondisi ideal 2 : 19.2km/h kontinu diperlukan 204 RPM

Dengan mengacu pada hasil perhitungan diatas, maka dipilih Gear 1:15 karena Torsi maksimumnya berada dalam *Rated Torque* atau torsi kontinu, sehingga dapat digunakan di kondisi ideal 2, atau di kondisi ideal 1 dengan kecepatan yang lebih rendah (23km/h).

Motor penggerak yang akan digunakan berdasarkan beban yang akan diterima dan batas voltase yang tidak boleh melebihi 75V maka diputuskan untuk menggunakan DB80L048030-A-BRUSHLESS DC MOTOR dari merk Nanotec dengan voltase sebesar 48V. Kecepatan yang akan dicapai pada kondisi Ideal adalah 40 km/jam dalam waktu 5 detik dan

percepatan (a) sebesar =  $2.22 \text{ m/s}^2$  dengan mode *driving* (gas /*throttle* naik cepat dan *gliding*) kemudian untuk kondisi Ideal 2 yaitu mode *driving* konstan dengan kecepatan rendah sehingga Minimal kecepatan =  $(9.6)/(0.5) \approx 19.2 \text{ km/jam}$  atau percepatan (a) sebesar =  $2.22 \text{ m/s}^2$

Pada saat pengujian kinerja kendaraan secara langsung atau pada saat digunakan, kendaraan listrik tidak menghasilkan emisi gas buang langsung seperti kendaraan bermesin pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine*. Kendaraan listrik menggunakan motor listrik yang didukung oleh baterai untuk menggerakkan kendaraan, sehingga tidak ada pembakaran bahan bakar dan emisi karbon langsung yang dihasilkan.

Namun, kendaraan listrik juga memiliki dampak lingkungan terkait dengan produksi dan penggunaan baterai mereka. Proses produksi baterai, khususnya baterai litium-ion yang umum digunakan dalam kendaraan listrik, melibatkan penggunaan logam berat. Selain itu, sumber energi untuk mengisi daya baterai kendaraan listrik juga mempengaruhi tingkat emisi karbon yang masih cukup tinggi. Pada kendaraan listrik yang kami rancang ini masih menggunakan pengisian baterai yang terhubung langsung atau bersumber dari listrik negara, yang dimana Pembangkit Listrik di Indonesia sangat didominasi oleh pembangkit listrik tenaga uap dan juga pembangkit listrik yang masih menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas. Sehingga, kendaraan listrik yang kami rancang ini belum sepenuhnya bebas emisi karena beberapa alasan yang telah dituliskan pada kalimat sebelumnya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses manufaktur mobil listrik dilaksanakan dengan tahapan pengerjaan, seperti membaca desain rancangan, pengukuran bahan, pemotongan bahan, assembly dan uji kerja. Pada hasil uji pengelasan terdapat indikasi cacat pengelasan seperti porosity dan undercut. Agar dapat mengurangi cacat las pada bagian cacat las porosity maka perlu dilakukan langkah pengelasan ulang dan lakukan pendempulan untuk merapikan dan melindungi karat pada hasil pengelasan. Untuk material yang digunakan untuk body yaitu Fiber Carbon Composite dan sasis menggunakan material Aluminium Alloy seri 6061, metode yang digunakan untuk pembuatan body mobil yaitu vacuum infusion. Lalu untuk kecepatan motor yaitu 3300 RPM. Kendaraan listrik ini menggunakan motor listrik yang didukung oleh baterai untuk menggerakkan kendaraan, sehingga tidak ada pembakaran bahan bakar dan emisi karbon langsung yang dihasilkan. Akan tetapi, kendaraan listrik ini ini belum sepenuhnya bebas emisi karena sumber energi untuk mengisi daya baterai kendaraan listrik juga mempengaruhi tingkat emisi karbon

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada seluruh civitas akademika di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur yang telah mengizinkan dan memfasilitasi penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Anggarana, B. G. D. C., & Karohika, I. M. G. (2022). ANALISIS AERODINAMIKA BODI MOBIL DENGAN VARIASI KECEPATAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CFD. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(8), 1455–1462. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v1i8.192>
- Efendi, A., Alif, F., & Oktaviani, A. (2021). Preventive Maintenance pada Sistem Kelistrikan Mobil Listrik Sula Evolution. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 4–5.
- Fitriana, I., Sugiyono, A., Adiarso, & Akhmad, K. (2020, August). *Pengembangan Kendaraan Listrik Baterai di Indonesia: Peran dalam Mengurangi Emisi*.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2018). Kontribusi Konversi Mobil Konvensional Ke Mobil Listrik Dalam Penanggulangan Pemanasan Global. *Journal of Electrical Technology*, 3(2).
- Sihombing, I. N. I., Budiarto, U., & Zakki, A. F. (2019). Pengaruh Posisi Pengelasan dan Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrografi Sambungan Las Metal Inert Gas (MIG) Pada Aluminium 6061 Sebagai Bahan Material Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 303. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>

Subekti, R., Sudiby, H., Susanti, V., Saputra, H., & Hartanto, A. (2014). *Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional*.

Tavarel, S. D., Yudo, H., & Kiryanto. (2018). Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Sambungan Pipa Baja dengan Menggunakan Kanpe Clear Surealis 1208 UWE Sebagai Pengganti Las. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1), 277. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>