

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kendaraan listrik kini menjadi inovasi terbaru dalam bidang industri otomotif modern. Kendaraan ini memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan kendaraan konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil, khususnya dalam hal efisiensi energi dan dampak terhadap lingkungan. Salah satu keunggulan utama mobil listrik adalah efisiensi energi. Dengan menggunakan motor listrik yang lebih efisien dan kemampuan mengubah energi listrik langsung menjadi gerak, kendaraan listrik dapat mencapai efisiensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan kendaraan dengan mesin pembakaran internal (Ferlia dkk., 2023).

Perkembangan dunia otomotif khususnya gokart sangat pesat yaitu dalam dunia balap. Salah satu bidang otomotif yang mengalami perubahan signifikan adalah balap gokart. Gokart merupakan kendaraan roda empat yang menjadi salah satu wahana hiburan dan balapan layaknya Formula 1 (Susilawati dkk., 2021). Gokart listrik kini muncul sebagai pilihan menarik, menggantikan gokart tradisional yang menggunakan mesin bensin. Perubahan ini tidak hanya mencerminkan perubahan tren, tetapi juga merupakan langkah strategis untuk mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan.

Kemajuan kendaraan listrik yang pesat sejalan dengan meningkatnya penggunaan motor listrik tipe BLDC (*Brushless Direct Current*), yang terkenal karena efisiensi tingginya. Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) memerlukan sistem *driver* elektronik khusus untuk mengendalikan parameter kinerja utama, seperti torsi, arah rotasi, kecepatan sudut, serta proses akselerasi dan deselerasi (Eka dkk., 2022). Pengaturan yang tidak tepat pada *driver* atau kontroler motor BLDC dapat menurunkan efisiensi kinerja, ditandai dengan timbulnya gejala seperti panas berlebih (*overheat*), penurunan *output* daya, atau daya yang berlebihan sehingga mengakibatkan pemborosan energi listrik. Oleh karena itu, perencanaan motor listrik yang sesuai dengan beban yang akan digerakkan merupakan hal yang sangat

penting (Putro & Ma'aruf, 2024).

Efisiensi motor BLDC merupakan aspek utama dalam perancangan kendaraan listrik, dan hal ini berpengaruh besar terhadap performa keseluruhan kendaraan. Performa yang sangat mempengaruhi kendaraan listrik yaitu efisiensi energi pada motor BLDC. Maka dari itu, diperlukan penelitian terkait pengaruh beban terhadap efisiensi motor BLDC (Putro & Ma'aruf, 2024).

Muhammad Ikhsan pada tahun 2022 melakukan penelitian dalam analisis kapasitas baterai terhadap gerakan sepeda motor listrik dengan variasi berat pengemudi dan variasi kecepatan. Percobaan dilakukan dengan metode uji coba langsung untuk menganalisis daya dan kapasitas baterai sepeda motor listrik berdasarkan ragam beban pengemudi (60 Kg, 90 Kg, 125 Kg) dan kecepatan (10 Km/Jam, 20 Km/Jam, 30 Km/Jam, 38 Km/Jam). Hasilnya menyatakan bahwa meningkatnya berat pengemudi dan kecepatan, menyebabkan tingginya daya dan kapasitas baterai yang diperlukan, sehingga baterai menjadi lebih boros dan durabilitasnya berkurang (Ikhsan dkk., 2022).

Penelitian mengenai efisiensi motor BLDC pada kendaraan listrik umumnya lebih banyak difokuskan pada aplikasi untuk sepeda motor atau mobil listrik. Penelitian terkait efisiensi motor BLDC pada sepeda motor listrik dilakukan oleh Mahendra dkk., pada tahun 2024 Pengujian kinerja sistem dilakukan pada prototipe sepeda motor listrik yang menggunakan motor BLDC 500 W, dengan penekanan pada analisis torsi, daya *output* dan *input*, tegangan kerja, kecepatan putar, serta arus sebagai variabel pengukuran utama.. Hasil menunjukkan performa kecepatan rata-rata 27,3 KPH tanpa beban, menurun 11,72% menjadi 24,1 KPH saat diberi beban 90 kg. Torsi tanpa beban adalah 5,97 N.m, menurun 20,94% menjadi 4,72 N.m saat diberi beban 90 kg. Daya tanpa beban adalah 0,488 Hp, menurun 19,67% menjadi 0,392 Hp saat diberi beban 90 kg. Tegangan baterai rata-rata adalah 48,8 V tanpa beban, menurun 1,85% menjadi 47,9 V saat diberi beban 90 kg. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun performa motor terpengaruh oleh beban, motor tetap menunjukkan efisiensi yang baik

dan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sepeda motor listrik yang lebih efisien (Mahendra dkk., 2024).

Kemudian penelitian terkait efisiensi motor BLDC pada mobil listrik dilakukan oleh Dwifa & Munadi pada tahun 2017, penelitian ini berfokus pada analisis uji efisiensi energi motor *Brushless* DC (BLDC) 72 Volt terhadap daya 7kW yang diimplementasikan pada kendaraan listrik urban. Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi energi motor BLDC bervariasi, dengan nilai minimum 12,6% dan maksimum 82,4%, yang diperoleh melalui pengukuran daya *input* dan *output* motor. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa efisiensi motor meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi arus, yang menunjukkan potensi motor BLDC dalam sarana transportasi listrik yang hemat energi dan lingkungan (Dwifa & Munadi, 2017).

Penelitian efisiensi motor BLDC pada mobil listrik dan sepeda motor listrik menunjukkan bahwa beban dan kecepatan secara signifikan mempengaruhi efisiensi energi motor. Hal ini relevan dengan penelitian efisiensi pada gokart listrik, yang menggunakan motor BLDC 4000 Watt, karena karakteristik beban dan kecepatan pada gokart memerlukan analisis lebih lanjut untuk mengoptimalkan performa dan efisiensinya. Penelitian ini melanjutkan studi sebelumnya dengan fokus pada aplikasi spesifik kendaraan gokart listrik, yang memiliki kebutuhan akselerasi dan efisiensi tinggi dalam balap.

Gokart memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari sepeda motor dan mobil listrik, terutama dalam desain, penggunaan, dan pengalaman berkendara. Dengan struktur yang lebih sederhana, gokart dirancang untuk memberikan stabilitas tinggi dan akselerasi cepat, menjadikannya ideal untuk balapan di sirkuit khusus (Wildanum, 2020). Menurut CIK FIA (*International Karting Commission – Federation International Automobile*), gokart didefinisikan sebagai kendaraan darat yang memiliki empat roda yang bersentuhan dengan permukaan tanah. Dari empat roda tersebut, dua roda digunakan untuk mengendalikan kemudi, sementara dua roda lainnya berfungsi untuk mentransmisikan tenaga.

Komponen utama gokart terdiri dari *chassis*, yang merupakan rangka yang terbuat dari susunan baja yang dibentuk dan dilas, serta dilengkapi dengan mesin penggerak, empat roda, dan ban yang terpasang pada *chassis* tersebut. (Chow, 2001)

Studi pada gokart listrik masih sangat terbatas. Hal ini menyebabkan adanya kekosongan pengetahuan terkait performa dan efisiensi motor BLDC dalam konteks kendaraan skala kecil seperti gokart, yang memiliki karakteristik unik dalam hal beban, daya, dan desain. Sehingga, penelitian ini memiliki potensi untuk mendukung inovasi teknologi otomotif, terutama dalam meningkatkan efisiensi energi dan performa gokart listrik yang banyak digunakan dalam pendidikan maupun kompetisi.

Dengan mempertimbangkan latar belakang masalah tersebut menjadi dasar ketertarikan penulis melakukan penelitian mengenai “**Analisis Variasi Berat Beban Pengemudi dan Variasi Kecepatan Terhadap Efisiensi Motor BLDC 4000 Watt pada Gokart Listrik.**” Berat yang dibahas dalam penelitian mencakup berat pengemudi yang bersifat tidak tetap dan berat kendaraan gokart listrik. Sehingga manfaat penelitian ini dapat memberikan pemahaman praktis bagi tim balap dan pengguna gokart listrik untuk mengoptimalkan performa dan efisiensi energi kendaraan melalui pemahaman pengaruh berat pengemudi.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan utama dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Peralihan dari kendaraan konvensional ke kendaraan listrik menjadi fokus utama dalam perkembangan industri otomotif saat ini.
2. Gokart listrik yang semakin populer di bidang balapan dan pendidikan, membutuhkan inovasi dalam meningkatkan efisiensi energi.
3. Diperlukannya penelitian mengenai perencanaan pada motor BLDC yang sesuai dengan beban yang akan digerakkan.

4. Perlunya analisis mendalam mengenai pengaruh variasi berat beban pengemudi dan variasi kecepatan terhadap efisiensi motor BLDC pada gokart listrik.
5. Terbatasnya penelitian mengenai efisiensi motor BLDC pada gokart listrik.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang telah diuraikan, maka diperlukan pembatasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup penelitian dan memastikan fokus yang tepat. Berikut pembatasan masalah untuk penelitian ini yaitu:

1. Motor listrik yang diteliti adalah motor listrik tipe *Brushless* DC (BLDC) dengan daya 4000 watt.
2. Berat beban yang dimaksud adalah berat beban pengemudi yang bervariasi dengan rentang tertentu, yaitu 55 kg, 65 kg, dan 75 kg.
3. Variasi kecepatan yang dimaksud adalah kecepatan gokart listrik pada saat pengujian lapangan, yaitu 40 km/jam, 50 km/jam, dan 60 km/jam.
4. Penelitian ini menggunakan gokart listrik yang dirancang bangun oleh Automotive Racing Team UNJ pada tahun 2024.
5. Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh berat beban pengemudi dan variasi kecepatan terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi efisiensi, seperti tegangan baterai, tekanan ban, suhu lingkungan, suhu motor, dan kondisi lintasan tidak dianalisis serta dianggap tetap selama pengujian.

### 1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi berat beban pengemudi terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik?

2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik?
3. Bagaimana hubungan antara variasi berat beban pengemudi dan variasi kecepatan terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik?
4. Berapa nilai efisiensi paling optimal yang dicapai motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik dalam berbagai variasi berat beban pengemudi dan variasi kecepatan?

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi berat beban pengemudi terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik.
2. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik.
3. Mengetahui hubungan antara variasi berat beban pengemudi dan variasi kecepatan terhadap efisiensi motor BLDC 4000 watt pada gokart listrik.
4. Mengetahui variasi berat beban pengemudi dan variasi kecepatan yang menghasilkan efisiensi motor BLDC 4000 watt paling optimal pada gokart listrik.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Dengan mengacu pada latar belakang, perumusan masalah, dan tujuan penelitian yang telah dijabarkan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

#### **1.6.1 Bagi Penulis**

Meningkatkan wawasan terhadap konsep dasar dan proses kerja motor BLDC dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensinya, khususnya dalam konteks kendaraan listrik seperti gokart.

### **1.6.2 Bagi Tim Balap dan Pengguna Gokart Listrik**

Memberikan wawasan praktis bagi tim balap dan pengguna gokart listrik untuk mengoptimalkan performa kendaraan. Dengan memahami hubungan antara berat beban pengemudi dan efisiensi motor, dapat mengatur strategi penggunaan kendaraan dalam kompetisi atau kegiatan lain agar lebih hemat energi dan efektif.

### **1.6.3 Bagi Industri**

Dapat menjadi acuan bagi industri otomotif, khususnya produsen kendaraan listrik, dalam mengembangkan produk yang lebih hemat energi dan efisien.

