

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara yang baik merupakan aspek krusial dalam mendukung kesehatan dan kenyamanan seluruh *civitas academica* di lingkungan kampus. Universitas Andalas, sebagai institusi pendidikan tinggi terkemuka di Sumatera Barat, memiliki tingkat kepadatan populasi dan aktivitas yang tinggi. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penurunan mutu udara di area kampus. Berbagai kegiatan, seperti emisi gas buang dari kendaraan bermotor konvensional, pemakaian bahan bakar fosil pada pembangkit listrik cadangan, partikel debu, serta asap dari aktivitas pembangunan, menjadi sumber polusi udara [1].

Studi menunjukkan bahwa pajanan terhadap polusi udara berkontribusi pada peningkatan angka kesakitan dan kematian yang disebabkan oleh penyakit kardiovaskuler dan pernapasan [2]. Menurunnya kualitas udara dapat memicu berbagai masalah kesehatan, misalnya gangguan sistem pernapasan, alergi, dan penyakit lainnya [3]. Di samping dampak terhadap kesehatan, pemakaian bahan bakar fosil secara berkelanjutan juga menimbulkan problematik lain. Sumber daya bahan bakar fosil yang kian terbatas dan implikasinya terhadap perubahan iklim menjadi isu global yang diperhatikan secara serius [4]. Oleh karena itu, usaha untuk meningkatkan mutu udara di lingkungan kampus Universitas Andalas serta transisi menuju sumber energi terbarukan menjadi suatu imperatif.

Salah satu solusi yang berorientasi pada kelestarian lingkungan dan berkelanjutan adalah pemanfaatan kendaraan listrik. Kendaraan listrik menggunakan energi listrik sebagai sumber daya penggerak, sehingga tidak menghasilkan emisi gas buang [5]. Implementasi kendaraan listrik di lingkungan kampus dapat mereduksi polusi udara, mengurangi tingkat kebisingan, serta mewujudkan lingkungan yang lebih sehat dan nyaman [6]. Lebih lanjut, kendaraan listrik juga menyokong upaya pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil serta mitigasi perubahan iklim. Akan tetapi, kendaraan listrik juga memiliki sejumlah tantangan, seperti batasan jangkauan operasional, durasi pengisian ulang baterai, serta biaya investasi awal yang relatif tinggi.

Guna mengoptimalkan kinerja kendaraan listrik, diperlukan sistem kendali daya yang efisien. Konverter DC/DC, khususnya jenis *boost converter*, memainkan peranan penting dalam meregulasi tegangan pada kendaraan listrik [7]. *Boost converter* berfungsi meningkatkan level tegangan DC dari baterai ke tingkat yang diperlukan oleh motor listrik, sehingga meningkatkan efisiensi dan performa kendaraan.

Selain itu, penuaan baterai (*battery aging*) pada kendaraan listrik juga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap kinerja kendaraan. *Battery aging* menyebabkan penurunan kapasitas dan tegangan baterai, yang berakibat pada

berkurangnya jarak tempuh kendaraan listrik [8]. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai karakteristik *battery aging* serta pengembangan strategi pengendalian konverter DC/DC yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan baterai menjadi esensial.

Selain itu, penuaan baterai (*battery aging*) pada kendaraan listrik merupakan salah satu tantangan utama yang secara signifikan mempengaruhi performa dan efisiensi sistem tenaga kendaraan. *Battery aging* merupakan proses degradasi kimia dan fisik yang terjadi seiring waktu pada sel baterai, baik akibat siklus pengisian-pengosongan (*cycle aging*) maupun penyimpanan jangka panjang (*calendar aging*) [9]. Fenomena ini menyebabkan penurunan kapasitas penyimpanan energi (*capacity fade*) serta peningkatan resistansi internal, yang pada akhirnya mengurangi tegangan terminal dan membatasi arus yang dapat disuplai ke beban [10]. Dampak langsung dari *battery aging* adalah menurunnya jarak tempuh kendaraan listrik, yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna dan menurunkan keandalan sistem transportasi berbasis listrik [11]. Selain itu, baterai yang mengalami degradasi cenderung mengalami penurunan efisiensi pengisian daya [12]. Dalam konteks ini, pemahaman mendalam mengenai karakteristik *battery aging* menjadi sangat krusial.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan kendaraan listrik yang andal dan efisien, strategi pengendalian konverter DC/DC harus diadaptasi untuk memperhitungkan kondisi baterai yang telah menua. Penggunaan konverter DC/DC yang tidak hanya bersifat statis tetapi mampu menyesuaikan responsnya terhadap kondisi baterai dapat membantu mengoptimalkan suplai energi ke motor penggerak [13]. Lebih lanjut, optimalisasi DC/DC *converter* pada kondisi *aging* tidak hanya bertujuan mempertahankan *Output* daya tetapi juga menjaga efisiensi konversi, menghindari kerugian termal, dan menurunkan stres termal-elektrokimia pada baterai [14]. Dengan desain sistem yang tepat, *converter* dapat meminimalkan pemborosan energi, mencegah *over-discharge* dan *over-current*, serta menjaga kestabilan tegangan di sisi beban [15].

Dalam jangka panjang, penggabungan strategi manajemen energi adaptif dengan desain konverter DC/DC yang fleksibel terhadap *battery aging* akan berkontribusi besar terhadap ketahanan sistem kendaraan listrik secara keseluruhan [16]. Tidak hanya dari sisi teknis, hal ini juga berdampak pada aspek ekonomi, seperti pengurangan frekuensi penggantian baterai, peningkatan efisiensi biaya operasi, dan dukungan terhadap keberlanjutan (*sustainability*) transportasi berbasis listrik [17].

Upaya untuk mengatasi tantangan dalam pengembangan dan optimasi kendaraan listrik, khususnya terkait dengan kontrol daya dan manajemen baterai, telah menjadi fokus berbagai penelitian sebelumnya. Berikut adalah beberapa contoh penelitian yang relevan mengenai solusi dalam meningkatkan performa dan efisiensi kendaraan listrik:

1. "*Modelling Lithium-Ion Battery Ageing in Electric Vehicle Applications Calendar and Cycling Ageing Combination Effects*" oleh Eduardo Redondo-Iglesias, Pascal Venet, dan Serge Pelissier (2020) [9] meneliti kombinasi penuaan kalender dan siklus pada baterai kendaraan listrik. Melalui pengujian penuaan yang dipercepat dan pemodelan, mereka menemukan bahwa penuaan yang dikombinasikan menunjukkan perilaku non-linear dan dapat terjadi lebih cepat daripada penuaan kalender saja, bahkan pada laju arus rendah.
2. "*A Comprehensive Review of DC-DC Converters for EV Applications*" oleh Shayan Hosseinzad dan Amin Mirzaei (2023) [10] melakukan tinjauan komprehensif terhadap konverter DC-DC untuk aplikasi kendaraan listrik. Mereka menganalisis berbagai topologi, strategi kontrol, dan faktor perbandingan, menyoroti tren terkini dalam pengembangan konverter DC-DC.
3. "*Recent Advances in DC-DC Converters for Electric Vehicles*" oleh Haitao Zhang dan Yunjie Zhang (2023) [11] meneliti kemajuan terbaru dalam konverter DC-DC untuk kendaraan listrik. Mereka membandingkan berbagai topologi, mengeksplorasi strategi peningkatan kinerja, dan membahas tren masa depan.

Dalam studi ini, akan dilaksanakan analisis terhadap konverter DC/DC jenis *boost converter* untuk meningkatkan performa kendaraan listrik dengan mempertimbangkan aspek *battery aging*. Simulasi akan dijalankan menggunakan perangkat lunak MATLAB/Simulink guna mengevaluasi kinerja sistem serta mengoptimalkan parameter *boost converter*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, rumusan masalah yang didapatkan adalah :

1. Bagaimana merancang dan memodelkan kendaraan listrik yang mengaplikasikan DC/DC *Boost Converter* untuk menganalisis pengaruhnya terhadap performa kendaraan Listrik?
2. Bagaimana pengaruh *battery aging* terhadap performa DC/DC *Boost Converter*?
3. Bagaimana perbandingan efektivitas dan temuan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu terkait penggunaan DC/DC *Boost Converter* dan pengaruh *battery aging* pada performa kendaraan listrik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan memodelkan kendaraan listrik yang mengaplikasikan DC/DC *Boost Converter* untuk menganalisis pengaruhnya terhadap performa kendaraan Listrik.

2. Menganalisis pengaruh *battery aging* dan DC/DC *Boost Converter* terhadap performa kendaraan listrik.
3. Membandingkan efektivitas dan temuan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu terkait penggunaan DC/DC *Boost Converter* dan pengaruh *battery aging* pada performa kendaraan listrik.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dan penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat berupa :

1. Memberikan informasi tentang perancangan kendaraan listrik yang mengaplikasikan DC/DC *Boost Converter* untuk menganalisis pengaruhnya terhadap performa kendaraan Listrik
2. Memberikan informasi tentang pengaruh *battery aging* terhadap performa DC/DC *Boost Converter* pada kendaraan listrik.
3. Menyediakan wawasan dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas penggunaan DC/DC *Boost Converter* dan pengaruh *battery aging* pada performa kendaraan listrik, yang dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi kendaraan listrik yang lebih efisien dan andal.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis dan optimasi DC/DC *Boost Converter* dan pengaruhnya terhadap performa kendaraan listrik, jenis konverter lain tidak dibahas dalam penelitian ini.
2. Analisis dan evaluasi performa sistem dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *Matlab/Simulink*.
3. Penelitian ini hanya mempertimbangkan pengaruh *battery aging* terhadap performa DC/DC *Boost Converter*. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi performa kendaraan listrik, seperti suhu lingkungan, kondisi jalan, dan gaya mengemudi serta gaya gesek tidak dibahas dalam penelitian ini.
4. Penelitian ini menggunakan ATV atau *quad bike* sebagai model kendaraan. Spesifikasi detail seperti merek dan model ATV tidak dibahas dalam penelitian ini.
5. Parameter performa kendaraan listrik yang diukur adalah kecepatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada laporan tugas akhir ini, disusun dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari masalah dalam penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang akan didapatkan, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori pendukung yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab yang memberikan informasi mengenai bagaimana langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab yang memberikan informasi mengenai hasil dan pembahasan berdasarkan tujuan tugas akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir yang memberikan inti informasi berdasarkan hasil dan pembahasan tugas akhir.

