

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan listrik telah menjadi tren didalam sektor transportasi, hal ini dikarenakan Kendaraan listrik memiliki keunggulan dalam beberapa aspek dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak, seperti tingkat kebisingan yang lebih rendah dan polusi yang lebih rendah. Penggunaan kendaraan listrik adalah salah satu cara dalam hal mengurangi penggunaan minyak bumi. Pengembangan dari kendaraan listrik juga akan mengurangi emisi karbon dari sektor transportasi. Berdasarkan berita yang telah dilaporkan, telah terdapat lebih dari 6 juta kendaraan bertenaga listrik yang sudah diciptakan sejak tahun 2011 [1].

Kendaraan listrik menggunakan listrik yang disimpan dalam baterai. Baterai sebagai media untuk menyimpan energi utama yang menyediakan daya untuk menggerakkan kendaraan.

Salah satu jenis baterai yang sering digunakan adalah baterai Lithium – Ion. Baterai jenis ini sangat diminati sebagai solusi penyimpanan energi untuk kendaraan listrik besar karena memiliki kepadatan energi yang tinggi, masa pakai yang panjang, tidak terpengaruh oleh efek memori, dan memiliki tingkat self-discharge yang rendah. Namun, pengisian berlebihan atau pengosongan yang terlalu dalam dapat menyebabkan penurunan kapasitas, mengurangi masa pakai, dan bahkan berpotensi menyebabkan kegagalan atau bahaya seperti ledakan [2].

Untuk menjamin penggunaan yang aman dari baterai lithium-ion serta memperpanjang masa pakainya, sistem manajemen baterai (Battery Management System/BMS) sangat penting [3]. BMS dapat secara efektif mengelola kinerja baterai lithium-ion secara menyeluruh, efisien, dan cermat. Penting untuk memastikan kinerja baterai yang optimal dan masa pakai yang panjang dalam berbagai aplikasi. Keandalan dari Sistem Manajemen Baterai tergantung pada ketepatan estimasi keadaan muatan (SoC) dari baterai lithium-ion. SoC

mengindikasikan kapasitas tersisa dan memberikan petunjuk apakah baterai perlu diisi ulang atau dikosongkan. Namun, SoC adalah kondisi internal dari baterai dan tidak dapat diukur secara langsung. Hanya dapat diestimasi berdasarkan hubungan antara tegangan, arus, suhu, dan penuaan baterai. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan algoritma estimasi SoC yang dapat diandalkan yang mempertimbangkan semua faktor yang relevan untuk memastikan kinerja dan keamanan optimal dari baterai lithium-ion dalam berbagai aplikasi.

Salah satu metoda yang digunakan dalam menentukan estimasi SoC baterai adalah Metode Konvensional. Metode Konvensional terbagi lagi atas berbagai sub metode, yaitu: *Ampere-hour Counting*, *Open Circuit Voltage (OCV)*, *Impedance and Internal Resistance Method* dan *Model-base Method* [4], [5]. Metode *Ampere-hour Counting* mudah diimplementasikan dengan kompleksitas komputasi rendah. Metode *Ampere-hour Counting* mengestimasi SoC dengan cara mengintegrasikan arus pengosongan atau pengisian untuk menghitung jumlah muatan dalam baterai. Kelebihan dari metode *Ampere-hour Counting* adalah biaya komputasi daya yang rendah, sehingga metode ini banyak digunakan [5], [6]. Metode *Open Circuit Voltage (OCV)* adalah metode yang memanfaatkan hubungan linier antara tegangan dan SoC pada baterai. Metode OCV ini mengukur SoC pada baterai berdasarkan nilai tegangan pada baterai dalam keadaan terbuka atau tanpa beban. Hasil dari metode OCV adalah estimasi nilai *State of Charge (SoC)* baterai Li-Ion yang bisa dijadikan sebagai panduan untuk mengukur kapasitas baterai [6]. Metode perkiraan SoC Konvensional yang lain adalah dengan mengukur impedansi dan resistansi internal. Untuk mendapatkan resistansi internal, diperlukan arus searah (DC) dan nilai tegangan dan arus pada interval waktu kecil [7]. Metode Konvensional berikutnya adalah *Model-base Method*. Metode ini menggunakan algoritma estimasi keadaan nonlinier. Metode ini mudah diimplementasikan dan tidak bergantung pada nilai awal yang akurat. Namun, metode ini bergantung pada akurasi model baterai, sehingga membangun model baterai yang akurat sangat penting untuk *Model-base Method* [5]

Metode Konvensional sering digunakan dalam pembacaan estimasi SoC pada baterai. Namun metode-metode yang ada pada kategori ini memiliki beberapa kekurangan. Kelemahan dari *Ampere-hour Counting* adalah bahwa ia tidak dapat tetap akurat untuk waktu yang lama. Hal ini disebabkan karena SoC awal yang tidak diketahui, penurunan kapasitas, tingkat Self-discharge, dan kesalahan sensor arus. Pada metoda Open-circuit Voltage, estimasi pembacaan SoC dipengaruhi oleh suhu ruangan baterai dan masa pakai siklus baterai. Pada metode resistansi internal berubah secara perlahan dan sulit untuk diamati untuk estimasi SoC[5].

Dari beberapa kekurangan yang dimiliki oleh metoda konvensional seperti yang telah disebutkan sebelumnya, maka di berbagai tempat, telah dilakukan pengembangan metode konvensional. Salah satu metode konvensional yang telah dikembangkan adalah metode resistansi internal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wangxin [8], pengukuran resistansi diganti dengan mengukur impedansi. Hal ini dikarenakan susunan rangkaian dalam baterai terdapat komponen beban impedansi sehingga pengukuran menjadi lebih akurat. Impedansi internal baterai diukur menggunakan konverter daya DC-DC. Nilai duty cycle konverter daya DC-DC yang digunakan untuk menghubungkan betari dengan beban, diberi gangguan secara sinusoidal pada frekuensi tertentu disekitar nilai DC saat keadaan *steady state*. Gangguan duty cycle ini menghasilkan nilai sinuoidal pada tegangan dan arus baterai. Ripple sinusoidal dari tegangan dan arus baterai kemudian diukur dan digunakan untuk menentukan impedansi baterai pada frekuensi gangguan tersebut. Metode ini dapat digunakan secara periodik tanpa mengganggu operasi normal sistem baterai dan konverter daya. Kemudian, nilai impedansi yang didapat digunakan untuk menentukan OCV_{est} yang nantinya akan di plot dengan nilai persentase SoC baterai sehingga didapatkan hubungan atau regresi antara persentase SoC baterai dengan nilai OCV_{est} .

Penelitian yang dilakukan oleh Wangxin ini [8], memang dapat mengukur impedansi baterai tanpa mengganggu operasi normal baterai. Namun pada penelitian itu tidak dijelaskan bagaimana mengatur nilai duty cycle pada konverter daya DC-DC sehingga output tegangan dan arus baterai membentuk sinusoidal. Selain itu,

dalam penelitian Wangxin [8], nilai impedansi internal baterai yang didapat tidak di plot dengan SoC baterai sehingga hubungan atau regresi antara nilai persentase SoC baterai dan impedansi internal baterai tidak diketahui. Wangxin mengukur impedansi internal baterai dengan membagi nilai *peak-to-peak* dari tegangan dan arus baterai. Menggunakan nilai *peak-to-peak* dari tegangan dan arus baterai untuk mendapatkan impedansi internal memiliki kekurangan apabila tegangan dan arus baterai yang terbentuk tidak sinusoidal murni, sehingga harus didapatkan nilai tegangan dan arus efektif nya untuk mendapatkan nilai impedansi internal. Dalam penelitian tersebut tidak ditunjukkan bagaimana cara memisahkan komponen DC dan AC dari arus dan tegangan baterai, sehingga nilai peak to peak tegangan dan arus akan selalu berubah. Penelitian Wangxin hanya sebatas penentuan persentase SoC baterai dan tidak dilanjutkan ke proses pengisian baterai

Berdasarkan permasalahan diatas, pada penelitian tugas akhir ini akan diusulkan sebuah pemodelan berupa simulasi dalam menentukan persentase SoC baterai berbasis impedansi internal baterai menggunakan konverter daya DC-DC. Dalam penelitian ini juga akan dibuat model simulasi dalam mengendalikan sinyal duty cycle. Sinyal duty cycle yang masuk kedalam konverter daya DC-DC akan dikendalikan sehingga nilainya akan membentuk sinyal sinusoidal .Dari penelitian yang dilakukan akan diketahui bagaimana hubungan antara nilai persentase SoC baterai dengan impedansi internal baterai. Selain itu, dalam penelitian ini juga akan dibuat sebuah simulasi pengisian baterai dengan arus konstan. Simulasi ini dibuat untuk mengetahui berapa energi yang harus di suply ke baterai setelah baterai tersebut sudah ditentukan persentase SoC nya

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan pada penelitian ini pada umumnya terkait pada pengoperasian konverter DC-DC, yaitu dalam hal :

1. Bagaimana mengatur nilai duty cycle sinyal kendali bagi komponen switch konverter DC-DC agar diperoleh tegangan output DC yang mengandung komponen osilasi (sinusoidal)

2. Bagaimana memanfaatkan output konverter DC-DC untuk mendapatkan impedansi internal baterai
3. Bagaimana mendapatkan hubungan antara SoC baterai dengan nilai impedansi internal baterai
4. Bagaimana mensimulasikan deteksi Z baterai untuk mengestimasi SoC baterai selama proses pengisian secara *realtime*

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui cara mengatur nilai duty cycle sinyal kendali bagi komponen switch konverter DC-DC agar diperoleh tegangan output DC yang mengandung komponen osilasi (sinusoidal)
2. Mengetahui cara memanfaatkan output konverter DC-DC untuk mendapatkan impedansi internal baterai
3. Mengetahui cara mendapatkan hubungan antara SoC baterai dengan nilai impedansi internal baterai
4. Mengetahui cara mensimulasikan proses pengisian baterai setelah didapatkan inisial SoC nya

1.4 Batasan Masalah dan lingkup kerja penelitian

Penetapan batasan masalah bertujuan untuk mengurangi kompleksitas permasalahan dalam proposal penelitian ini. Batasan masalah dalam proposal penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Model baterai yang digunakan adalah jenis Lithium – Ion, dan model desain tersebut di desain melalui MATLAB versi 2020a
2. Pengembangan model berisikan strategi membangkitkan gelombang sinusoidal pada tegangan DC di keluaran konverter DC-DC

1.5 Manfaat Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat berperan sebagai langkah inovatif dalam meningkatkan sistem penentuan SoC baterai untuk kendaraan listrik
2. Akan menjadi referensi penting untuk penelitian masa depan tentang penentuan SoC baterai pada kendaraan listrik

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini mengikuti panduan penulisan yang ditetapkan oleh Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Berikut adalah Struktur Penulisan dari penelitian ini :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teoritis yang mendukung solusi atas permasalahan yang diajukan dalam proposal penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang proses penelitian yang umum, Desain rangkaian yang diusulkan dan jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memberi informasi hasil dan pembahasan mengenai hasil penelitian .

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.