BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan listrik semakin populer di Indonesia karena dianggap sebagai solusi untuk mengurangi polusi udara dan menghemat bahan bakar fosil. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), jumlah kendaraan listrik di Indonesia meningkat dari 204 pada tahun 2015 menjadi lebih dari 3.000 pada akhir 2020. Selain itu, pemerintah Indonesia telah menetapkan target untuk menghasilkan 20% energi dari sumber energi terbarukan pada tahun 2025, yang termasuk penggunaan kendaraan listrik sebagai salah satu solusinya [1].

Dewasa ini, program konversi kendaraan listrik menjadi salah satu upaya untuk mempercepat terwujudnya ekosistem Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) yang bertujuan untuk mendukung perkembangan ekosistem KBLBB untuk mengurangi impor BBM (Bahan Bakar Minyak), mendukung penurunan emisi gas rumah kaca termasuk tentunya emisi suara kendaraan serta dapat memberikan manfaat berupa penghematan bagi konsumen dan pemerintah, utamanya penghematan biaya bahan bakar dan udara yang lebih bersih [1]. Namun, transportasi dengan energi listrik memiliki banyak permasalahan, salah satunya dalam media penyimpanan energinya, yaitu baterai.

Baterai merupakan salah satu bagian vital kendaraan listrik (*Electrical Vehicle/EV*). Baterai yang digunakan pada kendaraan listrik adalah baterai yang mempunyai kemampuan menyimpan energi listrik yang lebih banyak dan dapat di isi ulang, salah satu baterai yang sering digunakan pada kendaraan listrik adalah baterai lithium-ion [2]. Baterai lithium-ion banyak digunakan karena baterai ini merupakan jenis baterai yang memiliki berat dan volume terbaik, siklus umur yang panjang, tidak ada efek memori dan *self-discharge* yang rendah [3]. Keunggulan ini tentu dapat menjadikan baterai lithium-ion sebagai komponen yang utama dalam pengaplikasian metode *fast charging*. *Fast charging* merupakan suatu metode pengisian kapasitas baterai dengan waktu yang lebih cepat dari metode konvensional. Metode *fast charging* ini dilakukan dengan melakukan pengisian baterai dengan daya yang besar. Teknologi *fast charging* sangat penting dalam meningkatkan kepraktisan dan kenyamanan penggunaan kendaraan listrik, karena mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya baterai.

Ada banyak metode *fast charging* saat ini. Salah satu metode adalah metode *Constant Current–Constant Voltage* (CCCV). CCCV merupakan algoritma pengisian dengan mengkombinasikan *Constant Current* (CC) dan *Constant Voltage* (CV) secara bergantian [4]. CCCV merupakan sebuah algoritma yang merupakan bagian dari sistem kontrol bagi konverter yang digunakan dalam sistem pengecasan. Konverter yang digunakan bisa berupa konverter DC-DC ataupun

konverter AC-DC. Dalam menerapkan algoritma CCCV, konverter yang bersangkutan mengalami pengendalian dalam dua mode yaitu mode kontrol arus (*Constant Current*) dan mode kontrol tegangan (*Constant Voltage*). Terkait hal tersebut penting untuk memastikan bahwa pada kedua mode pengendalian tersebut, sistem *charging* tetap memenuhi kriteria umum sistem kontrol. Dalam kedua model tersebut performa kontrol harus memenuhi syarat-syarat umum sistem pengendalian yaitu variabel yang dikontrol harus mampu mengikuti referensi yang diberikan dan sistem kontrol harus stabil terhadap berbagai perubahan masukan. Namun untuk memenuhi syarat tersebut maka perlu dibuat sistem kontrol yang dapat mempertahankan respon yang sama (adaptif dan stabil) dalam dua kondisi kendali yang berbeda.

Metode CCCV umumnya diimplementasikan pada DC-DC converter [5]. Salah satu jenis DC-DC konverter adalah DC-DC buck konverter. Dalam beroperasi, banyak tipe kendali dan metode yang bisa diimplementasikan seperti menggunakan tipe kendali fuzzy, PID, dan lain sebagainya. Salah satu kendali yang praktis dan sederhana dilakukan adalah dengan menggunakan kontrol PID [6]. kontrol PID memiliki desain yang simpel, performa yang efektif, dan kemudahan dalam implementasinya [6]

Namun permasalahan untuk mencapai performa terbaik buck konverter dengan PID kontrol adalah penentuan nilai parameter gain yang tepat. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan didesain dan disimulasikan sistem kontrol *fast charging* mode CCCV pada model baterai lithium ion dengan tipe pengontrol PID yang tersedia pada *Simulink/MATLAB*. Dari penelitian yang dilakukan akan di analisis kondisi terpenuhinya kriteria spesifikasi performansi buck konverter pada sistem charging dalam mode kontrol arus dan kontrol tegangan dengan kendali PID serta akan dilihat bagaimana kemampuan sistem *charging* untuk tetap memenuhi kriteria kontrol, baik dalam kondisi mode pengendalian arus dan mode pengendalian tegangan. Untuk mencapai hal ini, akan dibagun simulasi menggunakan *software Simulink/MATLAB* atas suatu model peralatan *charging* yang terdiri dari DC-DC konverter, kontrol PID, dan baterai.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan menyetel parameter kontrol PID (Kp, Ki, Kd) yang mampu menghasilkan respon sistem pengisian baterai lithium ion dengan metode CCCV sesuai dengan kriteria performansi sistem kendali?
2. Bagaimana kemampuan sistem *charging* untuk tetap memenuhi kriteria kontrol pada saat pengecasan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memodelkan dan mensimulasikan sistem kontrol arus dan tegangan pada proses pengisian cepat baterai lithium ion menggunkan kontrol PID, serta menyetel parameter kontrol agar sistem mampu menghasilkan respon sesuai dengan spesifikasi kinerja sistem kendali
2. Menganalisis kondisi terpenuhinya kriteria spesifikasi performansi buck konverter pada sistem charging dalam mode kontrol arus dan kontrol tegangan dengan kendali PID.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terfokus pada masalah yang telah dirumuskan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebsagai berikut:

1. Topologi konverter yang digunakan adalah konverter buck dengan mode *Continuous Conduction Mode* (CCM).
2. Baterai yang digunakan dalam simulasi adalah model baterai Lithium-Ion dengan kapasitas 7,5 Ah dan tegangan nominal 12,8 V yang tersedia pada *Simulink*MATLAB 2020a.
3. Analisa hanya berfokus pada kemampuan kontroler dalam memenuhi kriteria kontrol tanpa mempertimbangkan lama pengisian.
4. Analisa dilakukan tanpa memperhitungkan *self-discharge* baterai. Dimana seluruh pelepasan maupun pengisian muatan pada baterai seluruhnya berasal dari proses pengendalian pada saat pengisian.
5. Rangkaian simulasi pengisian dirancang dengan asumsi suplai tegangan sudah disearahkan oleh penyearah dan perancangan berfokus pada proses pengisian setelah suplai disearahkan.

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan model simulasi buck konverter dengan PID yang optimal dalam sistem pengecasan.
2. Menjadi bahan literatur untuk penelitian selanjutnya mengenai *fast charging* pada kendaraan listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini berpedoman pada tata cara penulisan tugas akhir departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini membahas mengenai latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi pembahasan mengenai landasan teori tentang pengisian baterai lithium ion, parameter pada baterai, teknik *fast charging* mode CCCV, kontrol PID, dan *software* MATLAB *Simulink*.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini akan membahas terkait tahapan umum penelitian, jadwal penelitian, perancangan metode pengisian *Constant Current–Constant Voltage* (CCCV) beserta perancangan kontrol PID pada sistem pengendalian arus dan kontrol tegangan.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini memberikan informasi hasil dan pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

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

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA