

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi terbarukan (*Renewable Energy Source*) terus berkembang dari waktu ke waktu. Perkembangan energi terbarukan ini terjadi di segala bidang termasuk transportasi. Penggunaan sumber energi berbasis fosil yang selama ini digunakan untuk kendaraan bermotor dinilai bertanggung jawab untuk permasalahan lingkungan seperti pemanasan global dan polusi udara yang menjadi penyebab masalah kesehatan dan berpengaruh pada kualitas hidup masyarakat [1]. Oleh karena itu, proses pengalihan kendaraan bermotor berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik sedang gencar dilakukan.

Salah satu komponen penting pada kendaraan listrik (*Electrical Vehicle/EV*) adalah baterai. Baterai merupakan perangkat untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik dan sebaliknya yang terdiri dari sejumlah sel primer dan sel sekunder yang tersusun secara seri atau paralel [2]. Untuk kendaraan listrik, baterai merupakan tempat untuk menyimpan energi guna mengoperasikan kendaraan listrik. Dalam penggunaannya, baterai mengalami kondisi *charging* dan *discharge* muatan. Kondisi *charging* diartikan sebagai pengisian elektron pada baterai sehingga elektron bergerak dari sumber menuju katoda, kemudian melalui separator ke anoda. Sedangkan untuk kondisi *discharge* diartikan sebagai pelepasan elektron pada baterai sehingga elektron bergerak dari anoda menuju beban ke katoda.

Baterai membutuhkan suatu sistem untuk melakukan pengisian (*charging*). Untuk melakukan pengisian baterai, dibutuhkan waktu hingga baterai terisi penuh. Konsumen tentunya membutuhkan proses pengisian yang efisien terutama dari segi waktu. Oleh karena itu, dikembangkan teknologi pengisian baterai dengan cepat atau *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. Untuk mendapatkan daya yang besar, maka pengisian baterai dilakukan dengan arus dan

tegangan yang besar. Namun, pengisian dengan cara ini menyebabkan suhu baterai naik dengan lebih cepat. Kenaikan temperatur dapat menyebabkan efek berkepanjangan terhadap kapasitas dan peningkatan impedansi baterai [3]. Sehingga dapat menyebabkan baterai mengalami *overheat*. Teknologi *fast charging* digunakan pada jenis *rechargeable battery*. Adapun jenis *rechargeable battery* yang umum digunakan adalah baterai Lithium-ion (Li-ion). Keunggulan baterai Li-ion diantaranya, memiliki kapasitas daya yang lebih besar dan tidak mengalami *memory effect* [4].

Ada banyak metode yang digunakan dalam *fast charging* baterai, dua diantaranya adalah *Constant Current Constant Voltage* (CCCV) dan *Constant Temperature Constant Voltage* (CTCV). Pengisian baterai menggunakan metode CCCV ini dilakukan dengan mengalirkan arus yang besar dan konstan dalam jangka waktu tertentu hingga level SoC (*State of Charge*) baterai mencapai 80%. Setelah SoC baterai melebihi nilai tersebut maka baterai akan diisi dengan besar tegangan yang konstan. Pada saat ini nilai arus pengisian akan turun secara bertahap hingga titik nol. [3]. Metode ini memiliki dapat melakukan pengisian baterai dengan waktu yang cepat. Namun, karena pengisian dilakukan dengan arus yang cukup besar dan nilainya selalu konstan, menyebabkan baterai cenderung lebih cepat mengalami *overheat* [5].

Kondisi *overheat* terjadi saat temperatur baterai melebihi batas atas dari temperatur normal. Kondisi ini berdampak buruk pada performansi, keamanan, dan siklus hidup baterai [6]. Panas yang berlebihan pada baterai juga dapat menyebabkan fenomena *thermal runaway*. Baterai Lithium-Ion dapat mengalami kerusakan yang besar ketika terjadi peristiwa yang disebut *thermal runaway*. Pada kondisi ini, terjadi reaksi eksotermik internal sehingga menghasilkan pembakaran yang hebat dan kegagalan sel total hingga terjadi ledakan [7]. Sebelum terjadi ledakan tersebut, inti padatan yang ada di dalam baterai akan hancur sehingga dapat menyebabkan seluruh tutup baterai dan isinya terlepas. Temperatur baterai yang berlebih juga mempercepat proses penuaan baterai [8]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem *fast charging* yang dapat melakukan pengisian dengan

mempertimbangkan temperatur baterai guna memaksimalkan performansi baterai saat digunakan.

Metode pengisian cepat lainnya adalah metode CTCV. Metoda CTCV dilakukan dengan mempertahankan kenaikan suhu baterai dalam batas normal. Proses ini dilakukan dengan mengatur besar arus yang masuk ke baterai. Metode ini dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam proses *charging* dibandingkan metode pengisian konvensional dengan tetap menjaga temperatur baterai selama proses pengisian sehingga tidak mempengaruhi umur baterai [3]. Namun akibat pengontrolan temperatur, waktu pengisian baterai menjadi lebih lama apabila dibandingkan metode CCCV [9].

Pengaturan besaran arus pengisian baterai ini dapat dikontrol menggunakan konverter yang mendapat input dari kontroler. Salah satu metode pengontrolan sistem yang paling umum digunakan adalah Logika *Fuzzy*. Logika *Fuzzy* telah banyak diimplementasikan pada kontrol otomatis dan industri. *Fuzzy* memiliki arti “tidak jelas” atau “buram” atau “tidak pasti”[10]. Logika *Fuzzy* merupakan logika yang memiliki nilai ketidakpastian atau kesamaran. Perbedaan logika fuzzy dengan logika tegas adalah apabila logika tegas hanya memiliki dua pilihan, yaitu 0 untuk salah dan 1 untuk benar, maka Logika *Fuzzy* memiliki nilai yang berada pada rentang 0 hingga 1 (abu-abu). Logika *Fuzzy* dinilai lebih fleksibel karena dapat menghubungkan bahasa manusia yang menekankan arti dengan bahasa mesin yang bersifat presisi. Sehingga dalam pengontrolan menggunakan *Fuzzy* menjadi lebih fleksibel dan lebih mudah untuk dirancang karena tidak melibatkan pemodelan matematis yang rumit dari sistem yang akan dikendalikan [11].

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis tertarik untuk memodifikasi algoritma *fast charging* dengan mengkombinasikan *Constant Current Constant Voltage* (CCCV) dan *Constant Temperature Constant Voltage* (CTCV) menggunakan *Kontroller Fuzzy*. Dalam penelitian ini, kontroler *fuzzy* dirancang untuk memiliki kapabilitas dalam melakukan pengontrolan daya agar diperoleh kondisi arus atau tegangan konstan, sekaligus dapat melakukan determinasi mode pengisian CC, CT, maupun CV. Kombinasi kedua algoritma ini bertujuan untuk memperbaiki performansi pengisian pada baterai Lithium-Ion dengan memaksimalkan kelebihan

kedua algoritma sehingga dapat diperoleh algoritma baru yang memiliki kemampuan untuk menjaga temperatur baterai dalam batas normal dan tetap dapat melakukan pengisian secara cepat. Dalam penelitian ini, performansi baterai yang akan dianalisa yaitu waktu pengisian dan temperatur maksimum yang tercapai saat pengisian.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana modifikasi dapat dilakukan melalui penggabungan algoritma CCCV dan CTCV pada proses *fast charging* baterai Lithium-Ion?
2. Bagaimana *setting* model rangkaian yang dirancang untuk minimalisasi temperatur yang dapat dicapai dengan menerapkan kombinasi algoritma CTCV dan CCCV pada proses *fast charging* baterai Lithium-Ion?
3. Bagaimana penerapan *kontroller Fuzzy* untuk memperbaiki performansi pada algoritma modifikasi CCCV dan CTCV saat proses *fast charging* baterai Lithium-Ion?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan karakteristik dan performansi metode CCCV dan CTCV dalam proses *fast charging* baterai Lithium-Ion untuk melihat potensi modifikasi yang dapat dilakukan melalui penggabungan metode CCCV dan CTCV.
2. Mendapatkan *setting* model rangkaian untuk minimalisasi temperatur dengan menerapkan kombinasi algoritma CTCV dan CCCV pada proses *fast charging* baterai Lithium-Ion.
3. Merancang *kontroller* berbasis *Fuzzy* untuk perbaikan performansi menggunakan kombinasi algoritma CTCV dan CCCV pada baterai Lithium-ion

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan permasalahan yang penulis berikan dengan tujuan agar penelitian ini dapat berfokus pada masalah yang telah dirumuskan dan variabel

yang dapat mempengaruhi berlakunya penelitian tidak diperhitungkan. Adapun batasan masalah yang telah ditetapkan antara lain:

1. Baterai yang digunakan dalam simulasi adalah model baterai Lithium-Ion dengan kapasitas 5.4Ah dan tegangan nominal 7.4V yang tersedia pada Simulink Matlab 2021a.
2. Analisa dilakukan tanpa memperhitungkan *self discharge* baterai. Dimana seluruh pelepasan maupun pengisian muatan pada baterai seluruhnya berasal dari proses pengontrolan saat pengisian.
3. Rangkaian simulasi pengisian dirancang dengan asumsi suplai tegangan sudah disearahkan oleh penyearah dan perancangan berfokus pada proses pengisian setelah suplai disearahkan.
4. Mode *Constant Voltage* pada pengisian dengan algoritma CCCV dan CTCV dimulai saat SOC baterai 80%.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai salah satu inovasi metode *fast charging* yang dapat digunakan dalam penekanan temperatur baterai Lithium-Ion selama proses pengisian.
2. Menjadi bahan literatur untuk penelitian selanjutnya mengenai *fast charging* pada baterai Lithium ion.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini berpedoman pada tata cara penulisan Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini membahas mengenai latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan. Bab ini memberikan deskripsi singkat mengenai permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi pembahasan mengenai landasan teori mengenai baterai lithium-ion, parameter pada baterai, pengaruh kenaikan suhu baterai terhadap temperature baterai, teknik *fast charging*, CCCV, CTCV, Logika *Fuzzy*, 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), *Constant Temperature Constant Voltage* (CTCV), dan rancangan modifikasi kombinasi CCCV dan CTCV, beserta perancangan kontroler *fuzzy* untuk setiap metode.

