

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi dan rendahnya efisiensi energi dari kendaraan konvensional mampu menjadi peluang untuk mengembangkan kendaraan listrik [1]–[3]. Kendaraan listrik atau *Electric Vehicle (EV)* adalah kendaraan yang tidak memiliki emisi dan mampu memberikan kontribusi yang baik untuk mengurangi permasalahan lingkungan[2]. Permasalahan lingkungan yang mampu dihadapi oleh EV berupa ketergantungan terhadap bahan bakar fosil[4][5]. Pada tahun 2025 Pemerintah Indonesia menargetkan 2,1 juta unit kendaraan listrik roda dua dan 2.200 unit kendaraan listrik roda empat sesuai dengan Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional[6]. Ditahun 2018, adopsi kendaraan listrik roda dua hanya mencapai 0,14%, terkait hal tersebut perkembangan peluang masyarakat Indonesia untuk mengadopsi kendaraan listrik mencapai 82,90% [3][6]. Namun hal tersebut terkendala oleh pasokan listrik yang terbatas serta pengisian EV yang memakan waktu cukup lama[8][9].

Baterai merupakan bagian terpenting EV dengan mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Terdapat dua jenis baterai yakni baterai primer dan baterai sekunder [9][10]. Baterai primer merupakan baterai yang hanya bisa dipakai sekali saja setelah proses pengosongan sedangkan baterai sekunder jenis baterai yang dapat diisi ulang setelah proses pengosongan[10][12][13]. EV membutuhkan jenis baterai dengan masa pakai yang lama, pelepasan energi yang minim, memiliki kepadatan yang tinggi, dan keamanan yang cukup baik[14]. Baterai *lead-acid* atau asam-timbal terdiri dari sejumlah sel galvanic asam-timbal (sel volta) yang dihubungkan secara seri antara satu sel dengan sel lainnya[15]–[17]. Saat sel asam-timbal menghasilkan listrik (pengosongan) mengubah energi kimia menjadi energi listrik atau disebut sebagai reaksi redoks spontan[16]–[19]. Baterai *lead-acid* dibagi menjadi dua berdasarkan jenis konstruksi yaitu baterai *vented lead acid (VLA)* yang merupakan jenis baterai *lead-acid* yang berventilasi dan baterai *sealed lead acid (SLA)* merupakan jenis baterai *lead-acid* yang ruang sel-selnya tertutup tanpa ada ventilasi [10][16][20]–[22].

Jenis baterai *lead-acid* yang mudah didapatkan dan memiliki harga yang terjangkau menjadi faktor utama dalam penggunaan pada EV [15][21]. Baterai sekunder memerlukan *charging* untuk pengisian daya[23][24]. Pada baterai *lead-acid* besarnya tegangan yang dibutuhkan antara 13,2-14,7 V untuk baterai umum 12 V. Dalam proses pengisian *lead-acid* tegangan pengisi minimum harus lebih 1 V dari tegangan baterai yang akan diisi muatannya. Jika tegangan yang dihasilkan *charger* terlalu tinggi maka akan terjadi proses elektrolisis dalam sel baterai. Proses elektrolisis dapat merusak sel-sel baterai yang berakibat *state of health (SOH)* pada baterai menurun [16].

Terdapat beberapa metode pengisian pada baterai *lead-acid*. Pertama, pengisian tegangan konstan disebut sebagai *constant voltage charging* merupakan metode yang mampu mengurangi waktu pengisian serta meningkatkan kapasitas hingga 20% tetapi dapat juga mengurangi efisiensi pada baterai hingga 10% [15][24][25]. Pada metode ini tegangan pengisian akan tetap konstan dengan arus pengisian tinggi di awal dan akan bertahap turun saat baterai telah mengambil muatan yang telah dihasilkan *charger* [16]. Pada pengisian konstan merupakan hal yang tepat untuk jenis baterai *lead-acid* dan tidak tepat untuk jenis baterai *Nickel Metal Hydride (Ni-MH)* atau *Lithium-Ion (Li-Ion)* karena untuk pengisian baterai *Ni-MH* dan *Li-Ion* lebih disarankan untuk melakukan pengisian secara *CV-CC* [10][15][24]. Kedua, pengisian arus konstan atau *constant current (CC)* merupakan metode yang digunakan untuk melakukan pengisian baterai lebih dari satu baterai [16]. Arus pengisian akan tetap konstan selama periode pengisian. Pada metode ini arus pengisian ditetapkan 10 % dari ampere yang dibutuhkan. Metode *CC* membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengisi baterai hingga penuh dan saat baterai akan penuh perlu dipantau secara khusus agar baterai tidak mengalami *overcharging* [27]. Ketiga, pengisian tegangan konstan arus konstan atau *constant voltage constant current (CV-CC)* merupakan kombinasi dua metode. Selama proses pengisian, arus dan tegangan dari *charger* akan diatur terlebih dahulu sebelum melakukan pengisian baterai. Metode ini dinilai memungkinkan pengisian cepat tanpa resiko pengisian berlebihan (*overcharging*) dan cocok untuk berbagai jenis baterai [15][25][27]. Adapun klasifikasi *charging* untuk baterai EV melalui pengisian daya AC atau DC. Klasifikasi dibagi dari Level 1 dan Level 2 yang

termasuk kelas *slow charging*, Level 3 kelas *fast charging* dan *Extreme Fast Charging (XFC)*[29]. Pada level 1 menghasilkan daya maximum 3,7 kW dengan estimasi pengisian 10-15 jam dan diimplementasikan pada stasiun charging pribadi. Level 2 menghasilkan daya maximum 3,7-22 kW dengan estimasi pengisian 3,5-7 Jam. Level 3 dibagi menjadi menjadi dua pengisian AC atau DC, untuk AC menghasilkan daya 22-43,5 kW dan untuk DC menghasilkan daya maximum 200 kW dengan estimasi pengisian 10-30 menit. Metode XFC menghasilkan daya minimum 400 kW dengan estimasi pengisian setara dengan pengisian bahan bakar gas [28][29].

Saat ini pengisian baterai *lead-acid* perlu dikembangkan dengan memerhatikan estimasi pengisian dan SoH baterai[24][30]. Penelitian yang telah dilakukan dalam pengembangan *fast charging* diantaranya : penerapan *Solid State Transformer (SST)*, *Negative Pulse Discharge*, *Smart Grid with Vehicle to Grid (V2G)*, *DC-DC Converter with PWM Technique*, penerapan komponen *GaN HEMTs + Si MOSFETs*, dan pemanfaatan *Effect of rest period and depolarization pulse* [29], [32]–[38]. Penulis menerapkan sistem *DC-DC Boost Converter* dalam sistem *fast charging*. *Boost Converter* merupakan rangkaian *step up*, tegangan yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengisian. Untuk menjalankan mobil SECA memerlukan daya 1,5 kW. Oleh karena itu, pada sistem *fast charging* yang akan dirancang, *boost converter* menaikkan tegangan 12 hingga 55 V. Sehingga, pada *fast charging* yang akan dirancang dapat menaikkan tegangan sesuai dengan tegangan pengisian yang dibutuhkan. Selanjutnya, *pulse width modulation (PWM)* untuk mengatur *duty power cycle*. Tujuan mengatur *duty power cycle* adalah melihat ada atau tidaknya pengaruh terhadap pengaturan PWM.

Terdapat berbagai macam metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pengolahan data, metode *neural network (NN)* adalah metode yang paling akurat dan perhitungan sederhana dibandingkan metode-metode lain. Metode *neural network (NN)* merupakan sebuah algoritma yang diadaptasi dari sistem kerja neural pada otak manusia, metode ini terdiri dari input, hidden layer dan output. NN memiliki banyak neuron didalamnya dan neuron tersebut dibagi menjadi lapisan-lapisan yang terhubung satu sama lain. Informasi pada layer input

akan dilanjutkan ke lapisan-lapisan berikutnya sampai pada layer terakhir/layer output [39], [40].

Maka dari itu, pada tugas akhir berikut akan membahas pengisian baterai *Fast Charging* (FC) yang dikembangkan dengan *DC boost converter* sebagai penaik tegangan yang dihasilkan oleh *Switch Mode Power Supply* (SMPS). *Fast charging* akan menghasilkan daya minimum 162 W dengan estimasi pengisian kurang dari 1 jam. Dan, pada FC akan menggunakan *pulse width modulation* (PWM) sebagai pengatur *duty power cycle*, metode penelitian akan *Neural Network* (NN) sebagai pengolahan data.

1.2 Rumusan Masalah

1. Penggunaan *boost converter* dan pengaruh *pulse width modulation* (PWM) pada sistem *fast charging*
2. Hasil estimasi daya *lead acid* dengan menggunakan metode *neural network*

1.3 Batasan Masalah

1. Penggunaan *boost converter* sebagai penguat dan pengaruh *pulse width modulation* untuk mengatur *duty power cycle* pada sistem *fast charging*.
2. Menggunakan tegangan dan arus sebagai parameter input.
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan estimasi daya *lead acid* pada sistem *fast charging* adalah RapidMiner Studio.
4. Metode yang digunakan untuk estimasi daya *lead acid* pada sistem *fast charging* adalah metode *Neural Network Back Propagation*

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berkontribusi dalam perkembangan Sriwijaya Electric Car (SECA) yang merupakan kendaraan listrik pada riset terdahulu, maka penulis melakukan penelitian yang berfokus pada pengembangan fast charging atau sistem pengisian daya pada baterai lead-acid. Fast charging akan menggunakan Boost Converter untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan oleh Switch Mode Power Supply

(SMPS). Selanjutnya daya yang dihasilkan akan di setting duty power cycle pada PWM sehingga SoH pada baterai lead-acid tetap terjaga. Kemudian metode pengolahan data menggunakan Neural Network sebagai pengklasifikasi data selama proses pengisian baterai.

1.4.2 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat menambah wawasan penulis serta pembaca tentang pemeliharaan mobil listrik dan metode pengisian baterai.
2. Dapat mengetahui metode pengisian cepat atau *fast charging* yang bermanfaat pada saat pengisian baterai *lead acid*.

1.5 Metode Penelitian

Untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penulisan sebagai berikut.

1.5.1 Metode Studi Pustaka

Mengambil dan mengumpulkan teori dasar serta teori pendukung dari berbagai sumber, baik berupa buku, jurnal referensi, dan situs internet guna mempermudah pengambilan data maupun analisa.

1.5.2 Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan perancangan dan pengujian terhadap alat dan metode yang diusulkan sebagai acuan untuk mendapatkan analisa dari data-data hasil pengujian sehingga dapat dibandingkan dengan teori dasar yang telah dipelajari sebelumnya.

1.5.3 Metode Wawancara

Metode wawancara yaitu dengan melakukan diskusi, metode yang diusulkan bersama dengan dosen pembimbing serta teman-teman di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

1.5.4 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan akhir ini terbagi menjadi lima bab yang membahas teori dan analisa dari sistem yang dibuat, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, metodologi, dan sistematika penulisan laporan akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai teori-teori dan literature yang digunakan dan dibutuhkan pada proses pembuatan laporan akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini penulis membahas mengenai alur penelitian pada laporan akhir ini yang diuraikan melalui blok diagram.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis menerangkan hasil analisa dari penelitian serta pengolahan data hasil pengukuran dari baterai *lead acid* yang digunakan pada *fast charging*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini penulis mengambil kesimpulan dari hasil penelitian terhadap sistem *fast charging* untuk pengisian *lead acid* dan melampirkan lampiran-lampiran penunjang pembuatan laporan akhir.