

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengembangan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik (*Electric Vehicle* atau EV) merupakan hal yang sangat penting dalam mendukung peralihan dunia menuju energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan. Dengan semakin meningkatnya popularitas EV, kebutuhan akan infrastruktur yang andal untuk pengisian daya menjadi semakin mendesak. Selain keandalan, interoperabilitas di antara berbagai perangkat pengisian daya dari produsen yang berbeda menjadi tantangan utama dalam memastikan kelancaran operasional sistem. Infrastruktur pengisian daya yang tidak hanya aman dan efisien, tetapi juga kompatibel dengan berbagai standar internasional, sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa infrastruktur pengisian daya EV memenuhi standar yang ketat, seperti standar GB/T dan protokol komunikasi terbuka seperti *Open Charge Point Protocol* (OCPP).

Standar GB/T adalah standar teknis yang banyak digunakan di China untuk berbagai aspek pengisian daya kendaraan listrik, termasuk koneksi fisik antara *Charger* dan kendaraan, serta komunikasi data antara perangkat. Standar ini tidak hanya menjadi acuan penting di China, tetapi juga mulai diadopsi di berbagai negara lain yang mengimpor kendaraan listrik dari China. GB/T memastikan bahwa sistem pengisian daya mampu berfungsi dengan aman dan efisien sesuai dengan kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis. Di sisi lain, karena standar GB/T terus berkembang, penting untuk melakukan pengujian menyeluruh untuk memastikan bahwa perangkat pengisian daya yang dibuat sesuai dengan standar ini dapat berfungsi dengan baik di berbagai kondisi dan skenario.

Namun, salah satu celah yang ada dalam penelitian sebelumnya adalah kurangnya alat uji yang efektif untuk menguji performa *Charger* berbasis standar GB/T

secara komprehensif. Banyak simulator pengisian daya yang hanya mampu menguji skenario pengisian daya yang sederhana, tanpa memperhitungkan skenario yang lebih kompleks, seperti fluktuasi beban listrik atau gangguan dalam komunikasi data. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan *dummy load Charging simulator* yang lebih canggih dan mampu mengakomodasi berbagai skenario pengujian, sehingga mampu menilai performa *Charger* dalam kondisi yang mendekati kondisi operasional sebenarnya.

Pengujian fungsi dan integrasi *Open Charge Point Protocol* (OCPP) juga menjadi faktor penting dalam pengembangan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik. OCPP merupakan protokol komunikasi terbuka yang memungkinkan interaksi antara *Charger EV* dan sistem manajemen di *backend*. Protokol ini memberikan fleksibilitas bagi operator dalam mengelola stasiun pengisian daya, mengontrol aliran listrik, dan memantau kinerja *Charger* secara *real-time*. Selain itu, OCPP juga memungkinkan interoperabilitas di antara berbagai jenis *Charger* dan sistem *backend*, yang sangat penting untuk memastikan keseragaman dan kemudahan integrasi berbagai sistem pengisian daya yang ada di pasar.

Menurut Syed, Pampalle, dan Vylu (2022), penerapan OCPP telah terbukti mampu meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi pengelolaan stasiun pengisian daya EV di berbagai negara. Penelitian mereka menunjukkan bahwa penggunaan OCPP dapat meminimalkan risiko kesalahan komunikasi antara *Charger* dan sistem *backend*, sehingga meningkatkan keandalan infrastruktur pengisian daya EV. Di samping itu, OCPP juga memberikan kemampuan bagi operator untuk menerapkan pengelolaan beban listrik secara dinamis, yang sangat penting dalam mengatasi tantangan distribusi listrik saat banyak EV mengisi daya secara bersamaan.

Penggunaan *dummy load* sebagai alat uji juga telah menjadi standar dalam pengujian perangkat elektronik, termasuk *Charger EV*. *Dummy load* digunakan untuk mensimulasikan beban yang akan dialami oleh *Charger* saat mengisi daya kendaraan listrik. Namun, dalam konteks pengisian daya EV yang menggunakan standar GB/T, diperlukan pengembangan *dummy load* yang lebih spesifik agar dapat mensimulasikan

berbagai skenario pengisian daya yang lebih kompleks. Hal ini mencakup variasi tegangan, arus, serta interaksi komunikasi antara *Charger* dan kendaraan listrik.

Rață et al. (2019) dalam penelitiannya menekankan pentingnya penggunaan simulator untuk menguji kinerja stasiun pengisian daya EV, terutama untuk memastikan kompatibilitas dengan standar internasional seperti IEC 61851-1. Penggunaan simulator pengisian daya yang mampu meniru kondisi pengisian daya yang sesungguhnya sangat penting dalam memastikan bahwa perangkat pengisian daya dapat berfungsi dengan optimal di lapangan tanpa mengalami kegagalan teknis. Penelitian ini menyoroti kebutuhan untuk mengembangkan simulator yang tidak hanya mampu menguji perangkat secara statis, tetapi juga dalam kondisi dinamis dan realistis yang akan dihadapi di dunia nyata.

Kombinasi antara standar GB/T dan OCPP memberikan peluang besar untuk meningkatkan interoperabilitas infrastruktur pengisian daya EV secara global. Namun, celah dalam pengembangan *dummy load* yang mampu mensimulasikan skenario pengujian yang sesuai dengan standar GB/T menunjukkan bahwa penelitian lebih lanjut masih diperlukan. Hal ini penting agar *Charger* EV dapat diintegrasikan dengan lebih baik, tidak hanya di pasar China tetapi juga di seluruh dunia. Dengan pengujian yang lebih komprehensif, perangkat pengisian daya akan lebih siap menghadapi berbagai tantangan teknis yang mungkin muncul selama penggunaan di lapangan.

Pengembangan infrastruktur pengisian daya yang andal dan kompatibel dengan berbagai standar internasional sangat penting untuk mendukung adopsi kendaraan listrik secara global. Dengan mengatasi celah dalam pengujian perangkat pengisian daya berbasis GB/T dan mengintegrasikan OCPP, diharapkan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik dapat berfungsi dengan lebih baik, lebih aman, dan lebih efisien di seluruh dunia.

Berdasarkan uraian di atas, penulis mengambil judul "RANCANG BANGUN DUMMY LOAD *CHARGING* SIMULATOR GBT UNTUK PENGUJIAN FUNGSI & INTEGRASI OPEN *CHARGER* POINT PROTOCOL (OCPP) ELECTRICAL VEHICLE *CHARGER*". Judul ini dipilih karena mencerminkan tujuan penelitian yaitu mengembangkan sebuah alat uji berupa *Dummy Load Simulator* yang mampu menguji

Charger EV sesuai dengan standar GB/T dan mengintegrasikan OCPP untuk memastikan interoperabilitas yang lebih baik. Penelitian ini diharapkan dapat menjawab tantangan dalam pengujian *Charger* EV yang semakin berkembang.

I.2 Perumusan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, fokus penelitian adalah pada pengembangan *Dummy Load Simulator* untuk pengujian infrastruktur Pengisian Daya EV tanpa perlu menggunakan kendaraan listrik secara langsung. Beberapa permasalahan utama yang akan diselesaikan melalui penelitian ini meliputi:

1. Pengujian fungsi dan integrasi *EV Charger* tanpa menggunakan kendaraan listrik secara langsung.
2. Parameter teknis dalam pengujian Fungsional *EV Charger*.

I.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, perancangan *Dummy Load Simulator* untuk pengujian *EV Charger* dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Pengujian dilakukan tanpa menggunakan kendaraan listrik secara langsung, tetapi dengan mensimulasikan beban pengisian melalui *Dummy Load Simulator*.
2. Socket yang digunakan adalah tipe GB/T, sedangkan protokol komunikasi yang diujikan adalah OCPP.
3. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, daya, serta sinyal pada *Control Pilot* (CP) dan *Proximity Pilot* (PP).
4. Penelitian ini tidak mencakup pengujian pada seluruh merek atau model *EV Charger* yang ada di pasaran.
5. Pengujian dilakukan menggunakan tegangan dan beban 220 volt satu fase.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang *Dummy Load Simulator* yang sesuai dengan socket GB/T untuk pengujian *EV Charger*.
2. Mengimplementasikan *Dummy Load Simulator* yang memungkinkan pengujian fungsi dan integrasi *EV Charger* dengan protokol OCPP tanpa memerlukan kendaraan listrik langsung.
3. Menggunakan *Dummy Load Simulator* untuk menguji fungsionalitas *EV Charger*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam dua aspek, yaitu secara teoritis dan praktis:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini akan menambah literatur ilmiah terkait pengujian pengisian daya kendaraan listrik dengan menggunakan *Dummy Load Simulator* yang sesuai dengan standar GB/T. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan teori-teori mengenai implementasi protokol OCPP dalam pengujian dan integrasi *EV Charger* dapat dikembangkan lebih lanjut, khususnya dalam konteks penggunaan alat uji simulasi.
 - b. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai integrasi OCPP dalam sistem pengisian daya kendaraan listrik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat teori yang sudah ada terkait interoperabilitas *Charger* listrik dengan standar internasional dan protokol OCPP, serta memberikan perspektif baru dalam proses pengujian *Charger*.
 - c. Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian di masa mendatang terkait teknologi *Dummy Load* dan pengisian daya kendaraan listrik. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan bisa digunakan sebagai dasar pengembangan lebih lanjut untuk standar internasional terkait *dummy load* dan pengujian pengisian daya kendaraan listrik.

2. Manfaat Praktis

- a. Dengan dirancangnya *Dummy Load Simulator* yang sesuai dengan standar GB/T, pengujian dan evaluasi *EV Charger* dapat dilakukan tanpa memerlukan kendaraan listrik secara langsung. Hal ini akan menghemat biaya, waktu, dan sumber daya, karena pengujian dapat dilakukan secara terisolasi dan tidak memerlukan mobil listrik sebagai alat uji. Hal ini sangat bermanfaat dalam skenario uji coba yang memerlukan pengujian massal atau di lingkungan laboratorium.
- b. Penggunaan *Dummy Load Simulator* memungkinkan pengukuran parameter teknis yang lebih presisi, seperti tegangan, arus, dan sinyal CP/PP (*Control Pilot* dan *Proximity Pilot*). Ini membantu memastikan bahwa *EV Charger* berfungsi sesuai standar yang ditetapkan, serta mempermudah deteksi kesalahan atau kekurangan pada sistem sebelum diterapkan di lapangan.
- c. Penelitian ini dapat berkontribusi dalam mendukung pembangunan dan integrasi infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik secara efisien. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan oleh industri penyedia *EV Charger* dan pihak pengembang infrastruktur kendaraan listrik untuk meningkatkan interoperabilitas antar *Charger* dan kendaraan listrik yang menggunakan standar GB/T dan OCPP.
- d. Dalam penerapan skala besar, seperti di pabrik atau pengujian massal *Charger*, penggunaan *Dummy Load Simulator* memungkinkan uji coba dilakukan secara bersamaan pada berbagai jenis *Charger* tanpa membutuhkan mobil listrik fisik. Ini akan memberikan solusi praktis untuk pengujian dan perawatan berkala dari *EV Charger*.

1.6. Metodologi Penelitian

1.6.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rancang bangun (*design and build*) yang bertujuan untuk mengembangkan *dummy load charging simulator* berbasis GB/T (*Guojia Biaozhun Tuijian*) untuk pengujian fungsi dan integrasi Open Charge Point

Protocol (OCPP) pada *Electric Vehicle Charger (EV Charger)*. Standar GBT ini berkaitan dengan tipe soket dan protokol koneksi yang digunakan di Tiongkok untuk perangkat pengisian daya, termasuk *Electric Vehicle Charger*. Penelitian ini akan fokus pada pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dengan standar GBT dan dapat berfungsi dengan optimal dalam pengujian OCPP.

1.6.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan spesifikasi teknis dari *dummy load charging simulator* dilakukan untuk memastikan kesesuaian dengan standar GBT yang mencakup konektivitas dan jenis soket pengisian daya. Selain itu, protokol OCPP digunakan untuk mendukung komunikasi yang aman dan efisien antara *dummy load* dan sistem manajemen pengisian daya (*Charge Management System* atau CMS) (Open Charge Alliance, 2023)..

2. Desain Sistem dan Simulasi

Sistem dirancang secara detail dengan pemilihan komponen yang sesuai dengan standar GBT dan integrasi OCPP. Pada tahap ini, simulasi elektronik dilakukan untuk memastikan desain sudah benar sebelum pembuatan prototipe perangkat keras (Chroma, 2023)..

3. Pengembangan Perangkat Keras

Pengembangan perangkat keras dilakukan berdasarkan desain yang telah disimulasikan. Perangkat keras meliputi *dummy load* yang mampu mensimulasikan pengisian daya kendaraan listrik, serta soket yang sesuai dengan standar GBT. Tujuan utamanya adalah untuk menguji komunikasi dan efisiensi pengisian daya (Kongter, 2023).

4. Integrasi OCPP dengan Simulator

Setelah perangkat keras selesai, sistem diintegrasikan dengan OCPP. Komunikasi dua arah antara *dummy load* dan CMS diuji, terutama dalam hal autentikasi pengguna dan manajemen pengisian daya. OCPP memungkinkan

fitur seperti *smart charging* dan monitoring jarak jauh (Open Charge Alliance, 2023).

5. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem, termasuk keandalan komunikasi OCPP, pengelolaan beban pengisian daya, dan kesesuaian dengan standar GBT. Evaluasi dilakukan untuk menilai kesuksesan simulasi pengisian daya kendaraan listrik dalam berbagai skenario (National Standard of the People's Republic of China, 2023).

6. Evaluasi dan Dokumentasi

Setelah pengujian selesai, dilakukan evaluasi menyeluruh untuk memastikan kesesuaian terhadap tujuan penelitian. Semua tahapan dirangkum dalam dokumentasi yang mendetail tentang proses pengembangan dan pengujian.

1.6.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Perangkat Keras:

- a. Komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, MOSFET
- b. Soket GBT sesuai standar Tiongkok
- c. Kabel, konektor, dan power supply
- d. *EV Charger* sebagai alat uji

2. Perangkat Lunak:

- a. Simulasi elektronik (*EV Power Charger Application*)
- b. *Software OCPP*, seperti *Open Charge Point Protocol (OCPP)*

1.6.4. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui metode eksperimen dan observasi langsung selama pengujian simulator. Data juga diperoleh dari catatan transaksi OCPP antara *dummy load* dan CMS.

1.6.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk mengukur efisiensi, waktu respon, dan performa komunikasi data, sementara analisis kualitatif dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian sistem terhadap standar GBT dan OCPP.

1.6.6. Jadwal Penelitian

Penelitian ini direncanakan untuk diselesaikan dalam waktu 6 minggu, dengan rincian sebagai berikut:

1. Minggu 1: Analisis kebutuhan dan desain sistem.
2. Minggu 2-3: Pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak.
3. Minggu 4: Integrasi OCPP dan pengujian sistem.
4. Minggu 5: Pengujian dan validasi sistem.
5. Minggu 6: Evaluasi, dokumentasi, dan penyusunan laporan.

1.7 State of Art

Pengembangan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik (EV) merupakan topik yang semakin penting seiring dengan meningkatnya adopsi kendaraan listrik di berbagai negara. Untuk mengakomodasi kebutuhan ini, penelitian terkait protokol *Open Charge Point Protocol* (OCPP) dan standar pengisian EV seperti IEC 61851-1 serta GB/T terus berkembang. Beberapa penelitian utama yang berkaitan dengan pengembangan infrastruktur pengisian EV dan penggunaan *Dummy Load Simulator* telah menjadi referensi penting dalam penelitian ini.

Syed, Pampalle, dan Vylu (2022) membahas implementasi protokol OCPP dalam infrastruktur pengisian kendaraan listrik, di mana OCPP memungkinkan interoperabilitas antara berbagai merek *EV Charger* dan sistem backend. Penelitian ini menunjukkan bahwa OCPP merupakan standar yang efektif untuk memastikan komunikasi yang andal antara *Charger* dan *Central Management System* (CMS), yang membantu operator dalam memonitor dan mengelola stasiun pengisian. Implementasi OCPP juga meningkatkan efisiensi operasional dan fleksibilitas infrastruktur pengisian EV, sehingga sangat relevan dengan pengembangan simulator untuk menguji fungsi dan integrasi *Charger* tanpa kendaraan listrik langsung. al. (2019) membahas

pengembangan simulator kendaraan listrik untuk stasiun pengisian sesuai dengan mode 3 dari standar IEC 61851-1. Studi ini menyoroti pentingnya menggunakan simulator untuk menguji performa stasiun pengisian tanpa kehadiran kendaraan listrik fisik, yang memungkinkan pengujian dilakukan dalam kondisi yang lebih terkontrol dan efisien. Simulator ini digunakan untuk memvalidasi kinerja pengisian dalam berbagai kondisi beban, termasuk pengujian tegangan, arus, dan daya. Hasil penelitian ini sangat berkontribusi pada pengembangan *Dummy Load Simulator* yang dirancang dalam tugas akhir ini, di mana alat tersebut akan mengadopsi prinsip serupa namun dengan standar GB/T .

Atmajet al. (2023) membahas pengembangan aplikasi mobile untuk pengisian daya kendaraan listrik yang sesuai dengan standar OCPP 1.6. Penelitian ini memfokuskan pada optimalisasi protokol OCPP dalam pengelolaan infrastruktur pengisian daya melalui aplikasi seluler, yang memberikan kemudahan dalam kontrol dan pemantauan oleh pengguna. Ini relevan dalam konteks penelitian ini, karena *Dummy Load Simulator* juga perlu mendukung pengujian fungsi dan integrasi *Charger* dengan OCPP tanpa memerlukan kendaraan listrik, dan pendekatan ini dapat diadaptasi untuk mengoptimalkan efisiensi pengujian .

Reddy (2009) menggunakan simulator untuk edukasi terkait kendaraan listrik, dengan tujuan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang cara kerja pengisian kendaraan listrik tanpa menggunakan kendaraan sebenarnya. Simulator ini memungkinkan mahasiswa dan peneliti untuk mensimulasikan berbagai skenario pengisian daya dan mengevaluasi performa sistem. Meski penelitian ini lebih berfokus pada aspek pendidikan, prinsip yang digunakan dalam pengembangan simulator memberikan dasar penting bagi pengembangan *Dummy Load Simulator* dalam penelitian ini, di mana alat tersebut akan mensimulasikan beban pengisian untuk pengujian *EV Charger* .

Secara keseluruhan, penelitian tersebut memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan *Dummy Load Simulator* yang akan memungkinkan pengujian fungsi dan integrasi *EV Charger* dengan standar GB/T dan OCPP. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan dalam penelitian sebelumnya, dengan fokus pada

pengujian tanpa kendaraan fisik, peningkatan efisiensi, serta integrasi standar GB/T dan OCPP untuk meningkatkan interoperabilitas. Berdasarkan uraian di atas, penulis mengambil judul “Rancang Bangun Dummy Load *Charging* Simulator GBT untuk Pengujian Fungsi & Integrasi Open *Charger* Point Protocol (OCPP) Electrical Vehicle *Charger*” sebagai topik penelitian yang akan dikembangkan lebih lanjut.