

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Permasalahan lingkungan seperti polusi udara di kota-kota besar menjadi perhatian serius. Sebagian besar emisi gas rumah kaca disebabkan oleh sektor transportasi dan sektor pembangkit energi yang masing-masing menyumbang sebesar 24,64% dan 43,83% (ESDM, 2020). Di tengah kekhawatiran global mengenai permasalahan lingkungan dan ketidakberlanjutan sumber daya energi fosil, energi terbarukan telah muncul sebagai solusi penting untuk mengatasi tantangan ini.

Dalam hal ini, energi matahari menjadi salah satu sumber daya terbarukan yang paling menjanjikan karena penggunaannya tidak terbatas pada lokasi geografis tertentu, untuk itu dapat digunakan secara praktis di mana-mana (Lotsch *et al.*, 2007). Energi matahari memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan di Indonesia, mengingat Indonesia memiliki intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Sumber energi matahari juga memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sumber energi lainnya, diantaranya selalu ada, tidak dikendalikan manusia, tidak menghasilkan limbah berbahaya, dan dapat dimanfaatkan oleh siapa saja.

Meski energi surya tidak memerlukan perawatan yang intensif seperti alternatif lain, tetap dibutuhkan sistem tenaga surya, yang terdiri dari panel surya, baterai, dan solar charge controller. Solar charge controller adalah perangkat kendali yang berfungsi untuk mengatur arus dan tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya, sehingga baterai tidak *overcharge* atau *overdischarge*. Solar charge controller juga dapat meningkatkan efisiensi dan umur baterai.

Salah satu tantangan dalam penggunaan sistem tenaga surya adalah bagaimana memantau dan mengendalikan solar charge controller secara efektif dan efisien. Solar charge controller biasanya memiliki indikator LED atau LCD yang menampilkan informasi tentang kondisi dan performa sistem, seperti tegangan, arus, daya, kapasitas baterai, dan status pengisian. Namun, indikator ini hanya dapat dilihat secara langsung di lokasi solar charge controller, sehingga pengguna harus berada di dekat

perangkat untuk mengetahui informasi tersebut. Hal ini tentu tidak praktis, terutama jika sistem tenaga surya digunakan di lokasi yang jauh atau sulit dijangkau.

Penggunaan tenaga surya dalam bidang lalu lintas di Indonesia, juga banyak ditemui akhir-akhir ini. Diantaranya yaitu lampu lalu lintas, alat penerangan jalan, warning light, variable message sign dan perlengkapan jalan lainnya. Perangkat – perangkat ini seringkali beroperasi secara otonom atau mandiri, yang cocok diterapkan pada daerah-daerah terpencil rawan kecelakaan dengan kondisi infrastruktur jalan yang buruk, kurang rambu-rambu, atau minim fasilitas penunjang keselamatan. Pada tahun 2023 jumlah penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) yang terpasang mencapai 11322 unit yang tersebar di seluruh Indonesia (ESDM, 2023).

Di sisi lain, maraknya penggunaan kendaraan listrik di Indonesia, seperti sepeda, skuter, dan mobil listrik, akhir akhir ini menjadi bagian dari upaya masyarakat untuk mitigasi perubahan iklim. Pemerintah Indonesia dalam Nationally Determined Contribution (NDC) juga menargetkan 13 juta dan 2 juta unit kendaraan listrik roda dua dan empat pada 2030 (IESR, 2023). Namun, target ini masih jauh dari target pemanasan global 1,5°C dalam Perjanjian Paris. Menurut studi IESR, untuk mencapainya, diperlukan 110 juta unit pada 2030.

Dengan jumlah kendaraan listrik yang sedemikian besar, diperlukan juga infrastruktur pengisian yang mencukupi dan mudah diakses. Pengisian kendaraan listrik dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil tidak hanya memperparah dampak lingkungan tetapi juga meningkatkan beban penggunaan energi, terutama pada jam-jam puncak. Selain itu, kemajuan teknologi saat ini, memungkinkan penggunaan panel surya untuk mengisi kendaraan listrik, terutama di siang hari saat kendaraan diparkir. (Bhatti *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penggunaan energi surya juga dapat membantu membuat fasilitas pengisian yang lebih banyak dan tersebar.

Untuk menghadapi tantangan ini, diperlukan sistem pemeliharaan yang dapat memantau dan mengendalikan solar charge controller secara jarak jauh. Sistem yang ada saat ini yang hanya terdapat pada perangkat eksklusif, hanya dapat memantau, serta hanya menampilkan data numerik saja, tidak cukup untuk menghadapi peningkatan penggunaan dan jumlah

perangkat ini. Dibutuhkan fitur-fitur tambahan seperti sistem informasi geografis, sistem pengendalian, serta mengetahui kondisi nyata perangkat, misalnya dari kamera.

Dalam perkembangan teknologi modern, *Internet of Things* (IoT) telah mengubah konsep memonitor dan mengendalikan perangkat elektronik. IoT memungkinkan perangkat untuk terhubung dengan internet dan saling bertukar informasi dengan perangkat lainnya (Budiyanti, 2021). Teknologi IoT juga dapat dijalankan secara wireless sehingga jarak yang jauh bukan merupakan kendala.

Untuk mengoperasikan teknologi IoT ini, *Progressive Web App* (PWA) muncul sebagai solusi inovatif yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dalam bentuk aplikasi. PWA memiliki antarmuka pengguna yang responsif, intuitif, dan menarik, sehingga memberikan pengalaman pengguna yang mirip dengan aplikasi native (Sofian *et al.*, 2023). Dengan kelebihan berupa pembuatan yang relatif mudah, fitur yang beragam, serta dapat berjalan di berbagai perangkat, PWA dapat digunakan sebagai platform pengembangan aplikasi yang dapat mempertimbangkan kebutuhan dan preferensi pengguna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi web dan Android yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian *Solar Charge Controller* pada perangkat tenaga surya. Kontribusi penelitian ini diharapkan akan membantu dalam pemahaman dan pengembangan aplikasi IoT dalam penggunaan energi surya dan pengendalian perangkat elektronik. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam penggunaan energi surya di berbagai lingkungan, serta mendukung perkembangan transportasi dan lalu lintas berbasis tenaga surya yang lebih ramah lingkungan.

I.2 Identifikasi Masalah

Latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirangkum sebagai berikut ini:

1. Tingginya tingkat polusi udara, disebabkan oleh emisi gas rumah kaca dari sektor pembangkit energi (43,83%) dan sektor transportasi (24,64%).
2. Jumlah penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) di Indonesia mencapai 11322 unit pada tahun 2023, dan target 110 juta kendaraan listrik pada 2030 dengan kurangnya infrastruktur pengisian dengan energi terbarukan.
3. Potensi besar dan menjanjikan energi matahari di Indonesia, bila dimaksimalkan dapat membantu mengatasi permasalahan lingkungan serta ketidakberlanjutan sumber daya energi fosil.
4. Penggunaan tenaga surya memerlukan alat pengendali, yaitu solar charge controller, yang harus dimonitor dan dikendalikan secara berkala
5. Kesulitan memantau dan mengendalikan solar charge controller, terutama jika sistem terpusat di lokasi yang sulit dijangkau.
6. Diperlukan sistem pemeliharaan yang dapat memantau dan mengendalikan solar charge controller secara jarak jauh dengan fitur memadai untuk mengatasi peningkatan penggunaan dan jumlah perangkat.
7. Metode baru pembuatan aplikasi pemantauan dan pengendalian terpusat dengan munculnya teknologi Internet of Things (IoT) dan *Progressive Web App* (PWA)

I.3 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang yang telah diuraikan, dapat ditemukan beberapa rumusan masalah berikut ini:

1. Bagaimana proses perancangan aplikasi web dan Android untuk memantau dan mengendalikan Solar Charge Controller ?
2. Bagaimana perancangan dan pengelolaan data aplikasi terkait pengguna dan konfigurasi perangkat, secara terorganisir dan aman?
3. Bagaimana pengujian kinerja aplikasi dalam pemantauan dan pengendalian Solar Charge Controller?

I.4 Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan masalah yang telah diidentifikasi, penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini terbatas pada pengembangan aplikasi yang terkait dengan pemantauan dan pengendalian *Solar Charge Controller*.
2. Perangkat *Solar Charge Controller* yang digunakan, dikembangkan oleh penelitian terpisah yang dikerjakan seiring dengan penelitian ini.
3. Meskipun aplikasi ini dirancang dengan mempertimbangkan keamanan data pengguna dan konfigurasi perangkat, penelitian ini tidak mencakup sistem keamanan yang mendalam.
4. Keterbatasan sumber daya dan waktu mempengaruhi fitur yang dapat diimplementasikan, dan tingkat kompleksitas aplikasi.
5. Meskipun aplikasi ini dirancang untuk menjadi intuitif, pengguna diharapkan memiliki pemahaman dasar tentang penggunaan *Solar Charge Controller* dan konsep dasar energi surya.
6. Penelitian ini terbatas pada tahap pengujian dan evaluasi aplikasi. Pengembangan aplikasi ini tidak akan mencakup tahap implementasi penuh, integrasi dengan sistem yang lebih luas, atau pemeliharaan jangka panjang.

I.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bermaksud untuk mengembangkan aplikasi web dan android sebagai pemantauan dan pengendalian jarak jauh untuk perangkat *solar charge controller* yang dikembangkan oleh penelitian terpisah.

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Merancang aplikasi web dan Android untuk memantau dan mengendalikan *solar charge controller*.
2. Merancang dan mengelola data aplikasi terkait pengguna dan konfigurasi perangkat, secara terorganisir dan aman.
3. Mengevaluasi kinerja aplikasi dalam pemantauan dan pengendalian Solar Charge Controller.

I.6 Manfaat Penelitian

Penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat yang tidak hanya terbatas pada satu pihak, melainkan dapat bermanfaat secara merata bagi berbagai pihak yang terlibat, termasuk:

1. Bagi Dinas Perhubungan:

Dinas Perhubungan akan mendapatkan manfaat dalam bentuk peningkatan keselamatan lalu lintas. Aplikasi yang dikembangkan dapat membantu memantau dan mengendalikan perangkat lalu lintas surya secara efisien, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas. Selain itu, pemantauan yang lebih baik juga berarti pengelola lalu lintas dapat merespons lebih cepat terhadap gangguan atau kerusakan pada perangkat, sehingga lalu lintas dapat tetap berjalan lancar.

2. Bagi Masyarakat:

Masyarakat akan mendapatkan manfaat dalam bentuk jalan yang lebih aman dan efisien. Penyediaan perangkat lalu lintas yang lebih baik dapat mengurangi risiko kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Selain itu, dengan adopsi yang lebih luas dari transportasi berbasis listrik, masyarakat juga akan mendapatkan manfaat dari peningkatan infrastruktur pengisian kendaraan listrik yang efisien.

3. Bagi Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan:

Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan dapat mendapatkan manfaat dengan menjadi pusat penelitian dan pengembangan dalam bidang teknologi IoT, energi terbarukan, dan manajemen energi. Hal ini dapat meningkatkan reputasi universitas dan menjadi sumber pendanaan melalui kerjasama dengan industri atau sumber pendanaan penelitian.

4. Bagi Industri:

Penelitian ini mencakup pengembangan teknologi dan inovasi baru dalam bidang perangkat tenaga surya, IoT, dan manajemen energi. Industri yang terlibat dapat meningkatkan efisiensi operasional, dan menyediakan solusi yang lebih berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat membuka peluang bisnis baru dan meningkatkan daya saing industri di pasar yang semakin berubah.

5. Bagi Penulis :

Penulis sendiri akan mendapatkan manfaat dari kontribusi intelektual yang dihasilkan. Ini dapat meningkatkan reputasi peneliti dalam bidang IoT, teknologi energi terbarukan, dan perangkat lunak / aplikasi. Hasil penelitian juga dapat menjadi dasar untuk publikasi ilmiah dan kontribusi dalam pemecahan masalah dunia nyata.

I.7 Sistematika Penulisan

Agar manfaat dan pemahaman yang optimal dapat diperoleh dari penelitian ini, penelitian ini dibagi menjadi beberapa sub-bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi penguraian latar belakang dan identifikasi masalah yang membahas mengenai polusi, penggunaan kendaraan listrik, perangkat lalu lintas tenaga surya, pengelolaan tenaga surya, tantangan dan tujuan aplikasi pengelolaan tenaga surya, rumusan masalah berkaitan dengan perancangan aplikasi yang efektif dan intuitif. Batasan masalah membahas tentang batasan-batasan yang ada dalam penelitian ini. Maksud dan tujuan penelitian membahas tujuan dari penelitian ini. Manfaat penelitian berhubungan dengan manfaat bagi berbagai pihak, dan sistematika berisi susunan penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian ini berisi teori-teori yang menjadi referensi dalam melakukan penelitian yang diperoleh dari berbagai sumber. Teori-teori yang dijelaskan pada Bab II ini meliputi pengertian *Solar Charge Controller*, IoT, PWA, UI/UX, *GIS*, dan *Firestore*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian metodologi penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif, langkah-langkah penelitian dalam bentuk bagan alir atau flowchart mulai dari awal sampai akhir penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data dan alat serta bahan yang digunakan untuk pembuatan aplikasi ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi hasil analisis data yang dilakukan menggunakan metode penelitian yang digunakan, serta bagian ini berisi diagram diagram dan algoritma yang dipilih. Pada bagian ini juga berisi data hasil pengujian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan dari penelitian serta saran yang diberikan oleh penulis, baik berupa penganan ataupun perbaikan sistem yang ada saat ini.