

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan suatu keperluan penting yang dibutuhkan oleh manusia karena hampir semua alat yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia menggunakan listrik. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini banyak pekerjaan yang membutuhkan listrik seperti penggunaan listrik untuk sistem pemanas, sistem penggerak, dan lainnya yang membantu semua pekerjaan manusia di segala aspek menjadi lebih mudah [1]. Salah satu contoh kebutuhan listrik yang sedang berkembang di Indonesia saat ini yaitu pada penggunaan kendaraan bertenaga listrik.

Perkembangan jumlah kendaraan listrik saat ini di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2020, jumlah kendaraan listrik dengan motor listrik mencapai 2.278 unit, hingga 2023 tercatat jumlah kendaraan listrik telah mencapai 51.227 unit. Kendaraan listrik membutuhkan jumlah daya listrik yang signifikan untuk satu kali pengecasan. Kapasitas baterai kendaraan listrik di Indonesia berkisar antara 9 kW dan 75kW [2]. Seiring dengan meningkatnya pengguna kendaraan listrik di Indonesia kebutuhan infrastruktur stasiun pengisian kendaraan listrik juga harus memadai. Stasiun pengisian kendaraan listrik membutuhkan pasokan energi listrik yang sangat besar sebagai sumber daya pengisian yang menunjukkan bahwa energi listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting dan esensial. Oleh karena itu, kebutuhan energi listrik harus terus tersalurkan sistem yang diterapkan tidak terhambat.

PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai pemasok energi listrik negara, adalah satu-satunya penyedia layanan yang berhubungan dengan penjualan energi listrik di Indonesia, termasuk layanan pengisian kendaraan listrik. Hal ini memiliki dampak positif dan negatif bagi PLN sebagai satu-satunya penyedia listrik negara. Satu sisi PLN memiliki kemampuan untuk memberikan pelayanan listrik terbaik dengan biaya yang terjangkau kepada pelanggan. Sebaliknya, ketika PLN melakukan perawatan sistem, mereka harus memadamkan listrik. Hal ini dikarenakan terjadi pemadaman listrik atau sistem *blackout*, melakukan perbaikan, serta pemeliharaan (*maintenance*) yang terjadi secara tidak teratur tanpa pemberitahuan kepada pelanggan [3]. Saat ini, kapasitas pembangkit PLN didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil tidak terbarukan dan cenderung menghasilkan emisi gas karbon CO<sub>2</sub> saat menghasilkan energi listrik yang berdampak buruk pada lingkungan dengan sumber yang semakin terbatas, sehingga diperlukan untuk menghasilkan energi listrik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan agar sumber listrik selalu tersedia [4]. Suplai energi listrik yang berasal dari PLN tidak selalu kontinu sehingga diperlukan pembangkit lain sebagai sumber energi listrik yang kontinu dalam penyaluran energi listrik.

Pengisian energi listrik menggunakan listrik konvensional seperti PLN yang masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil tersebut jika diterapkan pada pengisian kendaraan listrik menyebabkan kendaraan listrik yang ramah lingkungan menjadi kurang berarti. Sejalan dengan salah satu misi pemerintah untuk mengurangi penggunaan bahan bakar dari sumber energi tak terbarukan yaitu Peraturan Menteri ESDM No.4 Tahun 2020 tentang pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dapat digunakan sebagai penyediaan tenaga listrik [4]. Salah satu pilihan jenis EBT yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik yaitu pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

PLTS adalah pembangkit energi listrik memanfaatkan energi matahari yang memiliki potensi sangat besar untuk menghasilkan energi listrik di Indonesia sepanjang tahun dengan potensi radiasi sinar matahari rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari. Potensi energi surya yang dimiliki tersebut setara dengan 112.000 GWp akan tetapi yang sudah dimanfaatkan baru sekitar kurang lebih 10 MWp. Saat ini pemerintah telah merencanakan pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah 0.85 GW. Menurut PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2050. Dengan adanya RUEN (Rencana Umum Energi Nasional) tahun 2017 dengan target Pembangkit Listrik EBT tenaga surya sebesar 45.000 MW pada tahun 2050, pemerintah tetap melakukan pemenuhan terhadap target tersebut [5]. Berdasarkan potensi PLTS tersebut dapat memenuhi kebutuhan listrik untuk kedepannya melihat dari permasalahan dalam bahan bakar fosil yang terbatas sehingga PLTS merupakan suatu sistem yang bermanfaat karena merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan tidak menghasilkan emisi dan polusi, dan juga merupakan sumber energi terbarukan yang tak terbatas karena berasal dari energi matahari sehingga mampu mengurangi ketergantungan pada penggunaan sumber energi fosil.

Teknologi PLTS merupakan teknologi tepat guna sebagai sumber energi listrik untuk mengatasi ketersediaan pasokan listrik saat suplai yang dilayani PLN terkadang terjadi *blackout* atau pemadaman akibat *maintenance* dari PLN. PLTS sebagai sistem penyedia energi listrik mudah untuk digunakan walaupun sumber energinya dipengaruhi oleh perubahan cuaca saat tingkat intensitas sinar matahari kecil maka PLTS tidak bekerja secara maksimal sehingga PLTS dapat didesain sebagai salah satu sumber sistem pembangkit listrik yang dikombinasikan penggunaannya dengan sumber listrik dari PLN sebagai usaha dalam pengadaan cadangan sumber energi, sehingga diperoleh pasokan energi listrik secara kontinu [6]. Inverter adalah salah satu subsistem penting yang diperlukan untuk mencatu beban AC atau jika PLTS tersebut dikombinasikan keluarannya dengan jaringan PLN karena inverter mampu mengubah daya DC menjadi daya AC [7]. Ketika terjadi pemadaman dari sumber listrik, pelimpahan beban diharapkan dapat

dialihkan secara otomatis ke sumber cadangan agar distribusi energi listrik dilakukan secara kontinu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rasmini (2019) tentang “Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* PLN - Genset 3 Fasa 10 kVA”, pada penelitian ini sistem *ATS* menggunakan Genset sebagai pemindahan sumber cadangan tenaga listrik beban. Namun sumber bahan bakar yang dibutuhkan genset dalam pembangkitan energi listrik menggunakan bahan bakar energi tak terbarukan sehingga dianggap kurang efektif karena berdampak pada kerusakan lingkungan [8].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Alwani (2020) tentang “PLTS menggunakan Sistem *Automatic Transfer Switch*”, pada penelitian ini sistem *ATS* menggunakan PLTS sebagai pemindahan sumber cadangan tenaga listrik beban. Tetapi pada sistem PLTS bagian sistem charging baterai tidak memiliki sistem manajemen kendali otomatis *charging* baterai sehingga baterai tidak dapat membatasi kondisi *overcharge* maupun *undercharge* [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh L.Mahfudz (2022) tentang “Studi Perencanaan Panel Kendali PLTS-PLN Berdasarkan Kapasitas Baterai untuk PLTS *off-grid*”, pada penelitian ini menggunakan *low voltage disconnect* (LVD) tipe HCW-M635 untuk mengatur perpindahan suplai listrik dari PLTS ke PLN atau sebaliknya dan sebagai proteksi baterai. Namun pada penelitian ini tidak memiliki *monitoring* sistem rangkaian alat sehingga tidak dapat diketahui kondisi kerja alat secara *realtime* [10].

Berdasarkan hal tersebut, untuk menjaga kontinuitas energi listrik saat pengisian kendaraan listrik perlu adanya alternatif sumber energi yang akan segera menyuplai energi listrik ketika suplai energi listrik terputus atau sebaliknya yang membutuhkan teknologi sistem pengalihan suplai energi sistem pendukung berupa sistem *ATS*. Sistem alat yang ingin dibuat penulis yaitu desain sebuah alat yang dapat mengalihkan beban dari sumber listrik PLTS sebagai sumber listrik utama ke sumber listrik PLN sebagai sumber cadangan, dan sebaliknya secara otomatis dilengkapi dengan sistem manajemen baterai pada sistem PLTS dan sistem *monitoring* untuk memantau sistem secara keseluruhan secara *real-time*. Menggabungkan sistem PLTS sebagai sumber energi utama dan PLN sebagai energi cadangan saat pengisian kendaraan listrik dapat mengurangi kebutuhan energi tak terbarukan seiring dengan peningkatan pengguna kendaraan listrik dengan konsumsi penggunaan daya yang besar dan memaksimalkan penggunaan energi terbarukan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mengusulkan pembahasan dengan judul “**Perancangan Sistem *Automatic Transfer Switch* antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan PLN untuk Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik**”. Rancangan sistem yang diusulkan akan menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP32, sensor PZEM004T, sensor arus ACS712, sensor tegangan AC ZMPT101B, sensor tegangan DC,

Relay DC 5V 2 Channel, Relay AC/DC MK2P-I, komponen PLTS yaitu panel surya monokristalin 250Wp, *Solar Charger Controller* (SCC) 30A, Baterai/*Accumulator* VRLA 100Ah, Modul XH-M604, Inverter dan aplikasi *Blynk*. Sistem kerja alat yang akan dirancangkan sesuai dengan komponen sistem tersebut dapat melakukan *monitoring* menggunakan sensor PZEM-004T sebagai pembaca arus, tegangan, daya, energi dan biaya listrik pada pengisian kendaraan listrik. Relay MK2P-I sebagai *switch* otomatis pengisian dari sumber listrik antara PLTS dan PLN. Relay 2 Channel 5V sebagai switch pengendalian penggunaan baterai VRLA 100Ah. Sensor arus ACS712 mendeteksi arus masuk dari PV dan arus keluar ke beban terhadap baterai VRLA 100Ah dan sensor tegangan DC mendeteksi tegangan pada baterai VRLA 100Ah sebagai komponen sistem manajemen baterai pada sistem PLTS dimana hasil data deteksi diolah menggunakan metode *coulomb counting*. Sensor tegangan AC ZMPT101B sebagai pembacaan tegangan sumber listrik PLN untuk monitoring kondisi tegangan pada sumber listrik PLN. Modul XH-M604 sebagai modul *cut-off charging* deteksi tegangan untuk pengendalian kondisi *charging* baterai VRLA 100Ah saat pengisian dan *cut-off*. Sistem kerja alat ini akan dikendalikan oleh Arduino Mega 2560 untuk selanjutnya hasil pembacaan dikirim ke NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler penerima hasil data dari Arduino Mega 2560 dengan menggunakan komunikasi UART yang nantinya akan menampilkan hasil kondisi sistem pada aplikasi *Blynk* berbasis *IoT* untuk *monitoring* kondisi dari kerja sistem *ATS*, *monitoring* sistem manajemen baterai menggunakan metode *coulomb counting* yang digunakan pada sistem PLTS, serta *monitoring* tegangan, arus, daya, energi dan biaya konsumsi listrik dengan sumber PLTS dan PLN pada kendaraan listrik yang terhubung ke *monitoring* sistem secara *real-time*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, diperoleh rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang sistem *ATS* antara PLTS dan PLN untuk sistem pengisian kendaraan listrik ?
2. Bagaimana kinerja sistem *ATS* antara PLTS dan PLN terhadap besaran arus, tegangan, daya, energi, dan biaya listrik pada pengisian kendaraan listrik ?
3. Bagaimana kinerja sistem manajemen baterai pada sistem *ATS* antara PLTS dan PLN untuk sistem pengisian kendaraan listrik ?
4. Bagaimana merancang sistem *monitoring* pada sistem *ATS* antara PLTS dan PLN berbasis *IoT* untuk sistem pengisian kendaraan listrik ?
5. Bagaimana *monitoring* sistem *ATS* antara PLTS dan PLN, serta *monitoring* besaran tegangan, arus, daya, energi, dan biaya listrik dengan sumber PLTS dan PLN pada sistem pengisian kendaraan listrik secara *real time* dengan aplikasi ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian yaitu :

1. Perancangan dan evaluasi sistem ATS antara PLTS dan PLN pada sistem pengisian kendaraan listrik.
2. Pembangunan sistem ATS antara PLTS dan PLN pada sistem pengisian kendaraan listrik.
3. Pengujian dan validasi kinerja sistem ATS antara PLTS dan PLN pada pengisian kendaraan listrik.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui dan memahami perancangan sistem ATS antara PLTS dan PLN untuk pengisian kendaraan listrik.
2. Memperoleh pengetahuan dalam pengembangan energi terbarukan pada penerapan sistem ATS antara PLTS dan PLN untuk pengisian kendaraan listrik.
3. Mengetahui kinerja sistem ATS antara PLTS dan PLN terhadap besaran arus, tegangan, daya, energi, dan biaya listrik pada pengisian kendaraan listrik.
4. Mengetahui kondisi sistem ATS, sistem manajemen baterai pada sistem PLTS menggunakan metode *coulomb counting*, dan sistem pengisian kendaraan listrik keseluruhan secara *real time* dengan aplikasi.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Sistem *automatic transfer switch (ATS)* diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber listrik utama dan PLN sebagai sumber listrik cadangan.
2. Sistem *automatic transfer switch (ATS)* antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan PLN menggunakan Relay MK2P-I 220VAC/24VDC.
3. Sistem *automatic transfer switch (ATS)* diterapkan pada saat pengisian baterai kendaraan listrik.
4. Proses pengisian baterai kendaraan listrik ditetapkan dengan metode *constant current* menggunakan adaptor.
5. Sistem manajemen baterai pada sistem PLTS menggunakan perhitungan *SoC* baterai dengan metode *coulomb counting*.
6. Pengisian kendaraan listrik dalam penelitian ini dilakukan pada skala kecil menggunakan baterai VRLA dengan kapasitas 100Ah.
7. Aplikasi *Blynk* digunakan untuk *monitoring* sistem alat melalui *web*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi beberapa landasan teori terkait dengan penelitian tugas akhir yang akan dilakukan.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini terdiri dari tahapan langkah-langkah pengerjakan penelitian tugas akhir yang akan dilakukan.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pengujian dan perolehan data dan analisa penelitian tugas akhir.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran penelitian tugas akhir.

## **DAFTAR PUSTAKA**

