

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lampu penerangan jalan umum (LPJU) merupakan salah satu infrastruktur penting yang berfungsi meningkatkan keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan, terutama untuk mengantisipasi perjalanan pada malam hari[1]. Namun demikian, penerangan jalan umum (PJU) sering mengalami masalah konsumsi energi yang tinggi dan efisiensi yang rendah. Oleh karena itu, perlu diterapkan teknologi yang lebih efisien pada sektor LPJU untuk menghemat energi dan biaya serta mendukung komitmen pemerintah dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Penerapan teknologi yang lebih efisien ini dapat mencakup penggunaan sumber energi terbarukan[2].

Penerangan Jalan Umum (PJU) *hybrid* yang memanfaatkan tenaga surya dan mikro hidro menjadi solusi inovatif yang hemat energi sekaligus ramah lingkungan. Sistem ini dirancang untuk saling melengkapi, di mana panel surya menghasilkan energi pada siang hari, sementara PLTMH dapat beroperasi secara terus-menerus selama aliran air yang memadai tersedia[3]. Kombinasi kedua sumber energi terbarukan ini menghasilkan sistem yang lebih stabil dan andal dibandingkan jika hanya mengandalkan satu sumber energi[4]. Pemanfaatan teknologi *hybrid* ini juga berkontribusi dalam mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan serta mengurangi ketergantungan pada energi konvensional.

Namun, pengelolaan PJU *hybrid* masih memiliki sejumlah tantangan pada saat implementasinya. Salah satu tantangannya adalah monitoring dan kontrol yang sulit dilakukan secara *real-time* dan masih dilakukan secara manual, dimana hal ini dapat mempersulit dan memakan banyak waktu untuk identifikasi gangguan atau kerusakan pada sistem[5][6]. *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi yang tepat. Dengan *Internet of Things* (IoT), sistem monitoring dan kontrol dapat dilakukan secara *real-time*[7]. Dalam sistem ini, implementasi *Internet of Things*

(IoT) dapat meningkatkan efisiensi energi, efektivitas, dan mengurangi biaya operasional[5].

Berdasarkan tantangan tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem monitoring dan kontrol berbasis *Internet of Things* untuk PJU *hybrid* yang menggabungkan tenaga surya dan mikro hidro. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan RTC (*Real-Time Clock*) untuk menjadwalkan operasional lampu pada pukul 17.30 hingga 05.00 WIB. Selain itu, sistem ini juga dirancang untuk memantau tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya, generator mikro hidro dan *hybrid* secara *real-time* melalui *mobile app* (Blynk), yang terdeteksi melalui sensor INA219. Sistem juga dilengkapi dengan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya. Berdasarkan data dari LDR, sistem akan menentukan sudut posisi panel surya yang optimal yang kemudian diatur secara otomatis melalui pergerakan servo guna memaksimalkan penyerapan cahaya matahari. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efisien, ramah lingkungan, dan andal dalam pengelolaan penerangan jalan umum.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol otomatis secara *real-time* berbasis *Internet of Things* pada PJU *hybrid*?
- 2) Bagaimana tingkat akurasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (Blynk) dalam memantau parameter tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya, generator mikrohidro dan *hybrid*?
- 3) Bagaimana kinerja sistem kontrol otomatis berbasis *Internet of Things* dalam mengatur operasional lampu PJU sesuai jadwal untuk efisiensi energi, serta bagaimana peran penentuan sudut posisi panel surya dalam memaksimalkan penyerapan cahaya matahari?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menghasilkan rancangan dan implementasi sistem monitoring dan kontrol otomatis secara *real-time* berbasis *Internet of Things* pada PJU *hybrid*.
- 2) Menganalisis tingkat akurasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (Blynk) dalam memantau parameter tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya, generator mikrohidro dan *hybrid*.
- 3) Menganalisis kinerja sistem kontrol otomatis berbasis *Internet of Things* dalam mengatur operasional lampu PJU sesuai jadwal untuk efisiensi energi, serta menganalisis peran penentuan sudut posisi panel surya dalam memaksimalkan penyerapan cahaya matahari.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

Meningkatkan efisiensi pengelolaan PJU *hybrid* melalui penerapan sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis *Internet of Things*. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya, generator mikrohidro dan *hybrid* secara *real-time* melalui platform Blynk. Penjadwalan operasional lampu dikontrol secara otomatis menggunakan modul RTC (*Real Time Clock*) guna memastikan lampu menyala hanya pada waktu yang telah ditentukan, sehingga dapat menghemat konsumsi energi. Selain itu, sistem juga menentukan sudut posisi panel surya untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya matahari.

1.5 Batasan Masalah

Sistem ini hanya difokuskan pada monitoring dan kontrol otomatis dengan parameter berikut:

1. Pengujian dilakukan di kampus Telkom University tepatnya di area belakang ruangan P101 dengan kondisi cuaca cerah.
2. Penjadwalan operasional lampu PJU dikendalikan secara otomatis menggunakan modul RTC (*Real Time Clock*) dengan jadwal operasional lampu dari pukul 17.30 - 05.00 WIB.
3. Sensor INA219 digunakan untuk mengukur parameter tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya, generator mikrohidro dan *hybrid*.
4. Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi cahaya matahari tanpa mengukur intensitasnya.
5. Penentuan sudut posisi panel surya dilakukan pada satu sumbu Gerak (*single axis*) dan hanya beroperasi pada rentang waktu pukul 07.00 - 17.00 WIB.

1.6 Metode Penelitian

1) Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk memahami sistem yang akan dirancang. Referensi diambil dari jurnal ilmiah serta penelitian terdahulu terkait dengan monitoring PJU, kontrol otomatis PJU dan teknologi *Internet of Things*.

2) Perancangan Sistem

Sistem ini memanfaatkan modul RTC untuk penjadwalan operasional lampu, sensor LDR untuk mendeteksi cahaya matahari, serta sensor INA219 untuk mengukur tegangan dan arus. Seluruh data dari RTC, sensor LDR dan sensor INA219 akan dikirimkan ke platform IoT menggunakan modul ESP32.

3) Pengujian Tahap Awal

Pengujian tahap awal dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak seperti Arduino IDE untuk menguji komunikasi antara RTC, sensor LDR, sensor INA219, modul ESP32, dan platform IoT. Simulasi ini akan memastikan bahwa platform IoT dapat menerima data RTC dan sensor dengan baik, platform IoT yang digunakan adalah Blynk.

4) Pengujian Tahap Akhir

Pengujian tahap akhir dilakukan dengan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol otomatis pada PJU *hybrid*.

5) Implementasi

Sistem akan diimplementasikan dalam bentuk *hardware*.

6) Analisis Sistem

Data yang dikumpulkan selama pengujian dianalisis untuk mengevaluasi akurasi sensor serta kinerja sistem monitoring, kontrol lampu otomatis dan penentuan sudut posisi panel surya pada PJU *hybrid*.

1.7 Proyeksi Pengguna

1) Masyarakat Umum:

Pengguna Jalan yang akan merasakan manfaat dari sistem ini melalui peningkatan keamanan dan kenyamanan saat berkendara atau berjalan di area yang diterangi dengan baik.

2) Pemerintah:

Instansi pemerintah yang bertanggung jawab atas infrastruktur publik, seperti penerangan jalan. Sistem ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengelolaan anggaran.