

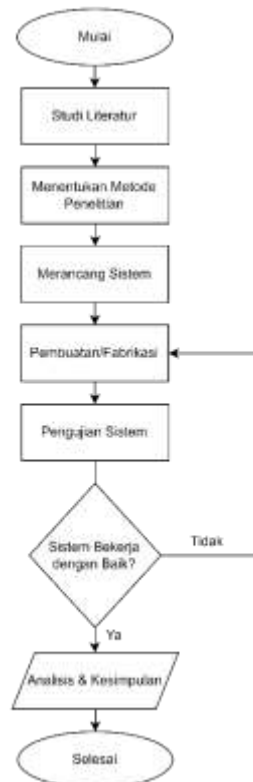
BAB 3

METODE PENELITIAN

Pada BAB 3 penelitian ini, akan dibahas perangkat dan alat yang digunakan. Alur riset, alat dan bahan, serta rangkaian skematik juga akan dijelaskan. Selain itu, metode pengujian yang digunakan akan dipaparkan secara rinci. Jadwal penelitian juga akan disertakan untuk memberikan gambaran waktu pelaksanaan. Metode penelitian melibatkan serangkaian uji coba untuk mendapatkan pemahaman mendalam dan hasil akhir dari penelitian ini.

3.1 ALUR PENELITIAN

Penelitian mengenai sistem pendataan konsumsi arus, tegangan, dan daya pada lampu jalan berbasis LoRaWAN akan dijelaskan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.1. *Flowchart* ini akan memvisualisasikan semua tahapan perancangan yang terlibat. Setiap langkah dalam proses penelitian akan diilustrasikan secara jelas. Hal ini memberikan kemudahan pemahaman terhadap proses keseluruhan. Dengan demikian, alur penelitian dapat diikuti dengan lebih mudah.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Gambar 3.1 menjelaskan bahwa penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, dimulai dari pengumpulan informasi (studi literatur) sebagai langkah awal untuk mencari referensi penelitian. Tahap kedua yaitu menentukan Metode Penelitian yang melibatkan pemilihan metode yang sesuai untuk mencapai tujuan proyek. Setelah metode ditentukan, tahap berikutnya merancang Sistem, yaitu tahap perancangan sistem yang akan digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan tahap Pembuatan atau Fabrikasi untuk membuat atau memproduksi sistem yang telah dirancang. Setelah sistem dibuat, dilakukan Pengujian Sistem untuk memastikan sistem berfungsi sebagaimana mestinya. Pada titik ini, terdapat keputusan yaitu Apakah Sistem Bekerja dengan Baik? Jika sistem tidak berfungsi dengan baik, maka proses kembali ke tahap perancangan atau pembuatan untuk perbaikan. Jika sistem berfungsi dengan baik, maka tahap berikutnya analisis dan kesimpulan di mana data yang diperoleh dianalisis dan kesimpulan dari proyek ditarik. Proses ini diakhiri dengan tahap Selesai.

3.2 ALAT DAN BAHAN

Judul penelitian ini yaitu "Sistem Pemantauan Penerangan Jalan Umum dengan Menggunakan Sensor PZEM-004T Berbasis LoRaWAN". Dalam penelitian ini, digunakan sensor PZEM-004T yang dianalisis guna memperoleh nilai arus, nilai tegangan, dan nilai daya nya. Rancangan sistem berbasis LoRaWAN dikembangkan dengan menggunakan alat dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data yang dihasilkan melalui sensor tersebut kemudian diproses melalui analisis untuk mendapatkan hasil terkait kondisi dan situasi yang mempengaruhi seberapa sering sistem dapat mengumpulkan data pada setiap periode waktu tertentu. Perancangan alat dan bahan mencakup penyusunan perangkat, desain sistem untuk antarmuka, desain sensor untuk sistem pendeteksi, dan konsep model alat yang akan dibuat. Proses pengerjaan dilakukan secara teratur dan berurutan untuk memastikan kelancaran implementasi. Pada bagian ini, dibahas mengenai alat dan bahan yang akan digunakan untuk merancang sistem, melibatkan komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Tujuannya untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi sistem pemantauan penerangan jalan umum berbasis LoRaWAN dengan memanfaatkan sensor PZEM-004T.

3.2.1 Perangkat Keras

Pada bagian ini akan dibahas komponen perangkat keras yang digunakan dalam perancangan fisik penelitian ini. Komponen-komponen ini merupakan elemen penting untuk memastikan sistem monitoring penerangan jalan umum dapat berfungsi dengan baik. Daftar komponen perangkat keras yang digunakan mencakup berbagai elemen vital. Setiap komponen memainkan peran khusus dalam mendukung kinerja sistem. Berikut merupakan komponen perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini.

- a. Laptop, digunakan untuk desain rancangan dan manufaktur *source code*. Spesifikasi laptop yang digunakan terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Parameter Laptop

Parameter	
Processor	Intel® Core™ i3-6006U processor.
RAM	12 GB
Penyimpanan Memori	1 TB
Operating System	Windows 10 Pro

- b. Lampu LED digunakan sebagai objek pemantauan.
- c. Modul *Long Range* RFM95 (915MHz) digunakan dalam sistem monitoring penerangan jalan umum. Modul ini berperan agar data *logger* konsumsi arus, tegangan, dan daya pada lampu jalan dapat terhubung dengan jaringan nirkabel yang menggunakan frekuensi radio untuk berkomunikasi. *Spreading Factor* yang digunakan yaitu 10, *bandwidth* nya yaitu 125 kHz, dan *baud rate* 115200.
- d. Sensor PZEM-004T digunakan dalam sistem monitoring penerangan jalan umum untuk mengukur konsumsi arus, tegangan, dan daya lampu jalan. Sensor ini bertugas melakukan pengumpulan data, yang selanjutnya data tersebut dikirimkan ke *Platform Console* Telkom IoT.
- e. ESP32 digunakan sebagai perangkat pengolah data dalam sistem monitoring penerangan jalan umum. Fungsinya untuk mengirimkan data ke jaringan LoRa menggunakan *Platform Console* Telkom IoT.
- f. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi dan data pengukuran konsumsi daya serta status penerangan jalan umum secara *real-time*.
- g. Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya di sekitarnya.

- h. *Relay* berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengontrol daya listrik lampu jalan berdasarkan data yang diterima dari sensor, sehingga dapat dioptimalkan sesuai kebutuhan dan kondisi penerangan.
- i. Adaptor 5V, digunakan sebagai sumber daya listrik.
- j. Antena dipilih untuk memperluas jangkauan komunikasi nirkabel antara ESP32 dan Modul Long Range RFM95 (915MHz), sehingga memastikan transmisi data yang handal dan efisien dalam sistem monitoring penerangan jalan umum.

3.2.2 Perangkat Lunak

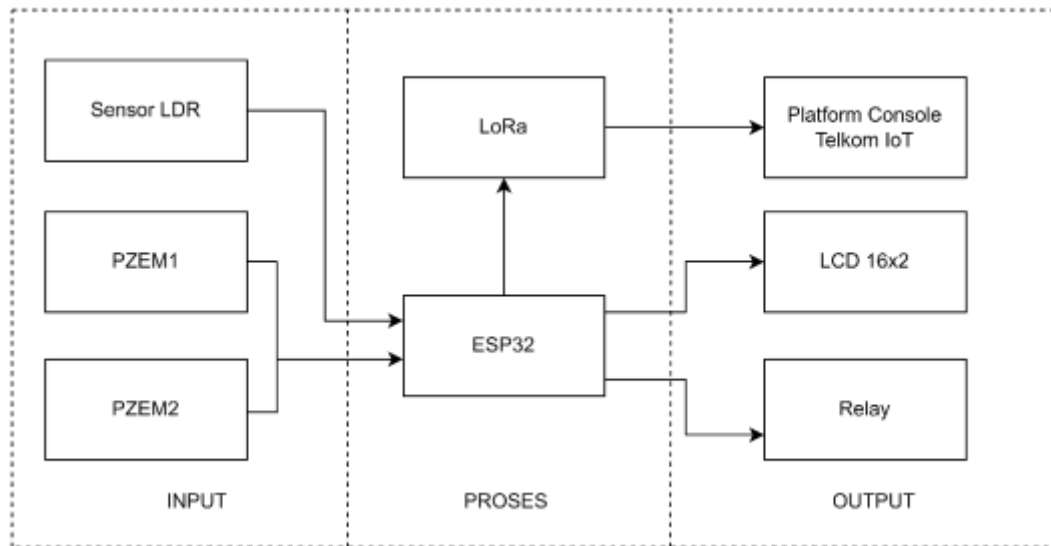
Bagian ini akan menjelaskan perangkat lunak yang digunakan untuk membantu perancangan penelitian ini. Perangkat lunak ini berperan penting dalam pengembangan dan pemrograman sistem monitoring penerangan jalan umum. Selain itu, perangkat lunak juga digunakan dalam proses pengujian sistem. Daftar perangkat lunak yang digunakan akan mencakup berbagai aplikasi dan *tools* yang relevan. Berikut perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini.

- a. *Console* Telkom IoT, digunakan sebagai *Platform* monitoring LoRaWAN yang memungkinkan akses dan pemantauan data secara *online* dan *real-time*.
- b. Arduino IDE, digunakan sebagai editor program untuk mengembangkan kode yang diperlukan pada perangkat keras mikrokontroler, seperti ESP32.
- c. *Website draw.io*, digunakan untuk membuat diagram alur penelitian dan *source code* yang membantu dalam merancang struktur dan menggambarkan alur kerja sistem secara visual.
- d. *Software EasyEDA*, digunakan untuk merancang rangkaian skematik elektronika pada sistem, memungkinkan perancang untuk membuat desain rangkaian yang akurat dan terstruktur.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

Tahap berikutnya melibatkan perancangan sistem. Pada tahap ini, akan dijelaskan bagaimana sistem monitoring penerangan jalan umum dirancang menggunakan sensor PZEM-004T yang berbasis LoRaWAN. Perancangan ini mencakup pengaturan komponen utama, hubungan antar komponen, serta alur kerja sistem secara keseluruhan. Berikut ini merupakan blok diagram dari "Sistem

Monitoring Penerangan Jalan Umum Menggunakan Sensor PZEM-004T Berbasis LoRaWAN", yang menggambarkan bagaimana data dikumpulkan, diproses, dan dikirimkan untuk pemantauan jarak jauh. Diagram ini juga menunjukkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, modul komunikasi LoRaWAN, serta antarmuka pengguna melalui LCD dan *Platform Console* Telkom IoT. Gambar 3.2 menjelaskan mengenai alur sistem penelitian.



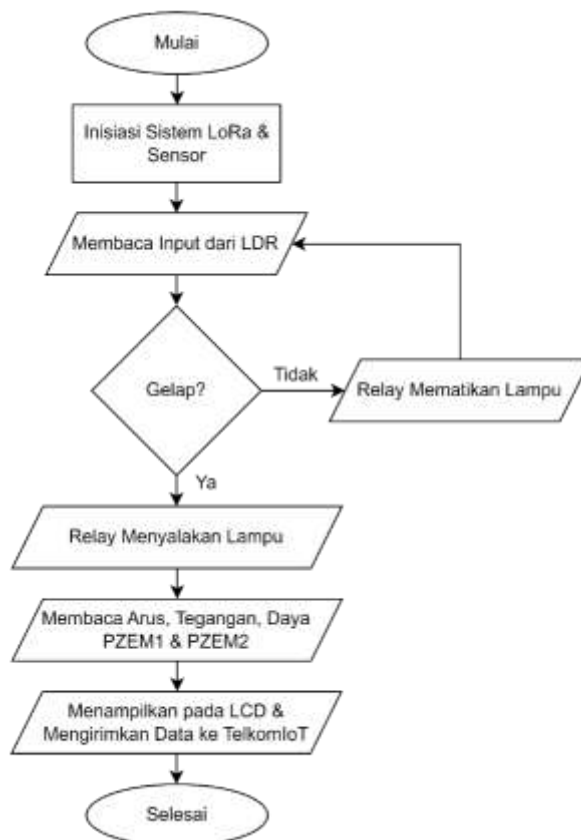
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Gambar 3.2 menunjukkan komponen utama dalam sistem monitoring penerangan jalan umum berbasis LoRaWAN menggunakan sensor PZEM-004T. Sistem ini terdiri dari tiga tahap utama yaitu input, proses, dan *output*. Pada tahap input, terdapat Sensor LDR yang berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitar lampu jalan. Data dari sensor ini dikirim ke ESP32, yang merupakan pusat kendali sistem. ESP32 juga menerima data dari dua sensor PZEM-004T (PZEM1 dan PZEM2) yang mengukur tegangan, arus, dan daya listrik yang digunakan oleh lampu jalan. Pada tahap proses, ESP32 mengolah data yang diterima dari Sensor LDR dan PZEM-004T. Selain itu, ESP32 terhubung dengan modul LoRa yang memungkinkan pengiriman data jarak jauh menggunakan teknologi LoRaWAN. Data yang telah diproses oleh ESP32 kemudian dikirimkan melalui LoRa ke *Platform Console* Telkom IoT untuk analisis dan pemantauan lebih lanjut. Pada tahap *output*, sistem ini dilengkapi dengan layar LCD 16x2 yang menampilkan informasi penting seperti status sistem dan nilai pengukuran dari sensor. *Relay* digunakan untuk mengontrol daya ke lampu jalan, memungkinkan sistem untuk

menyalakan atau mematikan lampu berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Semua komponen ini bekerja bersama untuk menciptakan sistem monitoring penerangan jalan yang efisien, memungkinkan pemantauan *real-time*, kontrol otomatis, dan memastikan penggunaan energi yang optimal.

3.4 PERANCANGAN SOFTWARE

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan *software* yang digunakan untuk mengontrol sistem secara keseluruhan. Rancangan *software* yang dimaksud mencakup pembuatan kode program yang kemudian akan diunggah ke dalam mikrokontroler, dengan menggunakan *Platform Arduino IDE*. Proses ini meliputi penulisan algoritma untuk pengendalian otomatis lampu jalan, pembacaan data dari sensor PZEM-004T dan LDR, serta pengiriman data ke LCD 16x2 dan *Platform Console Telkom IoT*. Rancangan ini juga mencakup pengujian dan *debugging* untuk memastikan program berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan mampu menangani berbagai kondisi lingkungan dengan akurat dan efisien. Gambar 3.3 menjelaskan *flowchart* mengenai alur perancangan *software*.



Gambar 3. 3 Perancangan *Software*

Gambar 3.3 menunjukkan *flowchart* perancangan *software*. Langkah pertama yang akan dilakukan meliputi melakukan inisiasi sistem LoRa dan sensor. Setelah itu, kondisi arus, tegangan, dan daya pada lampu jalan akan diperiksa, dan data sensor akan dibaca. Langkah berikutnya mencakup mengolah data yang telah dibaca. Akhirnya, data yang telah diolah akan diunggah dan ditampilkan pada *Platform Console* Telkom IoT.

1. Inisiasi Sistem LoRa & Sensor

Inisiasi sistem melibatkan langkah-langkah awal untuk mengaktifkan data logger dan memulai koneksi dengan semua perangkat terkait. Proses ini mencakup pemberian daya, konfigurasi pengaturan awal, dan pembentukan hubungan antara mikrokontroler, sensor PZEM-004T, LCD 16x2, dan modul LoRa. Langkah-langkah ini diperlukan untuk memastikan sistem siap beroperasi dengan lancar dan semua perangkat terhubung secara efektif sejak awal.

2. Membaca Input dari LDR

Sistem menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitar lampu jalan. Apabila sensor LDR tidak mendeteksi adanya cahaya, maka ini menandakan kondisi gelap, dan data ini akan dikirimkan ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut.

3. Gelap?

Ini menjadi titik keputusan dalam *flowchart*. Sistem akan memeriksa apakah kondisi sekitar gelap berdasarkan data dari sensor LDR.

4. *Relay* Mengatur Lampu

Berdasarkan hasil pemeriksaan kondisi gelap atau terang, sistem akan mengirimkan sinyal ke *Relay* untuk mengatur lampu jalan. Jika kondisi sekitar gelap, *relay* akan menyalakan lampu jalan. Sebaliknya, jika kondisi sekitar tidak gelap, *relay* akan mematikan lampu jalan. Langkah ini memastikan lampu hanya menyala saat diperlukan, sehingga menghemat energi.

5. Membaca Arus, Tegangan, Daya PZEM1 & PZEM2

Setelah lampu dinyalakan, sistem akan melakukan pengukuran arus, tegangan, dan daya listrik menggunakan sensor PZEM-004T. Data ini penting untuk memantau konsumsi energi dan kondisi operasional lampu.

6. Menampilkan pada LCD & Mengirimkan Data ke *Platform Console* Telkom IoT

Data konsumsi arus, tegangan, dan daya yang telah diukur akan ditampilkan pada layar LCD 16x2, memberikan antarmuka visual lokal untuk melihat data secara langsung di lokasi. Selain itu, data ini juga dikirimkan ke *Platform Console* Telkom IoT melalui modul LoRa untuk analisis dan pemantauan lebih lanjut. *Platform Console* Telkom IoT memungkinkan akses data dari jarak jauh melalui internet, memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pemantauan. Gambar 3.4 menampilkan tampilan dari *Platform Console* Telkom IoT.



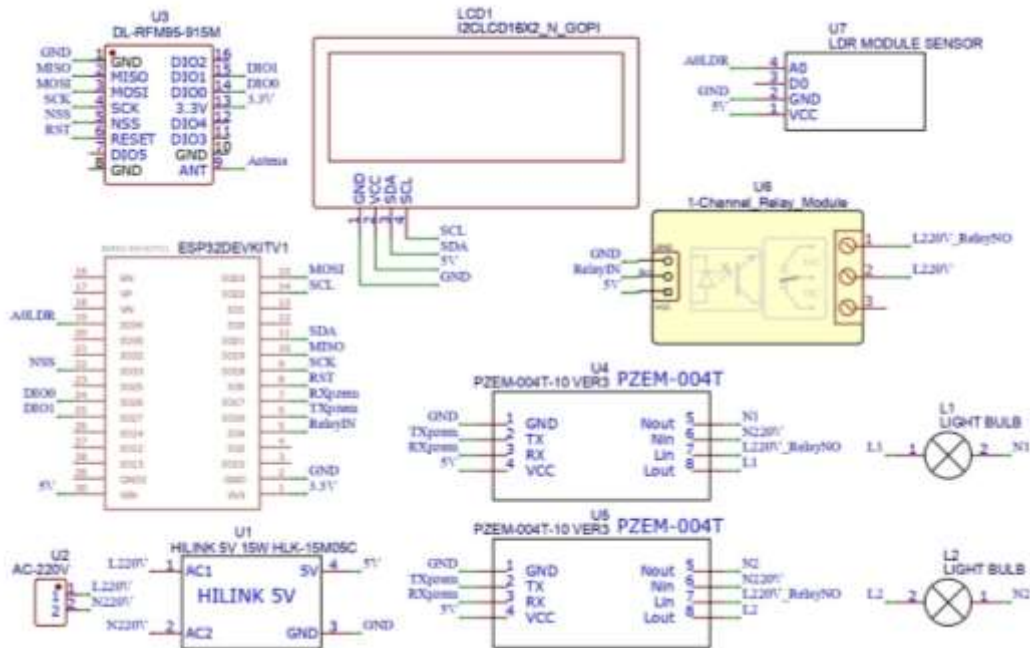
Gambar 3. 4 *Platform Console* Telkom IoT

Gambar 3.4 menampilkan antarmuka dari *Platform Console* Telkom IoT, yang digunakan untuk memonitor dan menyimpan data dari perangkat ESP32. *Platform* ini berfungsi sebagai wadah untuk menerima, menampilkan, dan menyimpan informasi yang dihasilkan oleh sensor pada perangkat. Antarmuka ini memungkinkan pengguna untuk memantau kinerja sistem secara *real-time* dan melacak tren data. Selain itu, pengguna dapat mengakses catatan historis untuk analisis lebih lanjut. *Platform* ini juga dapat dilengkapi dengan fitur tambahan seperti notifikasi otomatis atau integrasi dengan sistem manajemen lainnya untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan.

3.5 PERANCANGAN SKEMATIK

Perancangan skematik menggunakan *EasySDA* untuk membuat desain rangkaian dengan mengkombinasikan bahan-bahan yang digunakan dalam

penelitian ini. Hal ini mencakup penempatan dan penghubungan sensor-sensor, mikrokontroler, dan komponen lain yang diperlukan dalam sistem. Desain *hardware* ini diharapkan dapat mencerminkan secara akurat konfigurasi fisik yang akan diimplementasikan dalam praktik. Dengan demikian, skematik ini memberikan gambaran yang jelas tentang susunan komponen dalam sistem. Rangkaian skematik penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian Skematik

Pada Gambar 3.5 ditunjukkan sebuah rangkaian skematik yang sudah dibuat menggunakan *software EasySDA*. Dalam rangkaian skematik menggunakan 2 lampu karena untuk evaluasi pengukuran yang lebih akurat dan komprehensif terhadap arus, tegangan, dan daya listrik, serta memberikan data yang lebih representatif untuk menganalisis performa sistem penerangan secara keseluruhan. Sensor PZEM-004T bertanggung jawab atas pengukuran arus, tegangan, dan daya listrik yang dilakukan pada sistem penerangan, dan data yang sudah dihasilkan kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32. Dengan bantuan modul *relay*, proses nyala lampu jalan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan operator. Adaptor 5 volt memberikan daya yang stabil untuk mendukung operasional seluruh sistem. LCD 16x2 menampilkan informasi terkait arus, tegangan, dan daya yang diukur. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dan pengendali utama, mengelola informasi dari sensor, waktu, dan kontrol daya. RFM95 berperan

sebagai *transmitter* LoRaWAN, mengirimkan data yang terukur melalui antena untuk dapat diakses melalui *Platform Console* Telkom IoT. Sensor LDR berfungsi sebagai mendeteksi kondisi cahaya di sekitar sistem penerangan. Informasi yang diperoleh dari sensor LDR digunakan oleh mikrokontroler ESP32 untuk mengatur intensitas lampu jalan sesuai dengan tingkat cahaya yang diperlukan. Antena LoRaWAN yang digunakan berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal, menjamin konektivitas yang handal dan efisien dalam mentransmisikan data ke *Platform Console* Telkom IoT untuk analisis dan pemantauan lebih lanjut. Tabel pin skematik rangkaian dapat dilihat Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pin Skematik Rangkaian

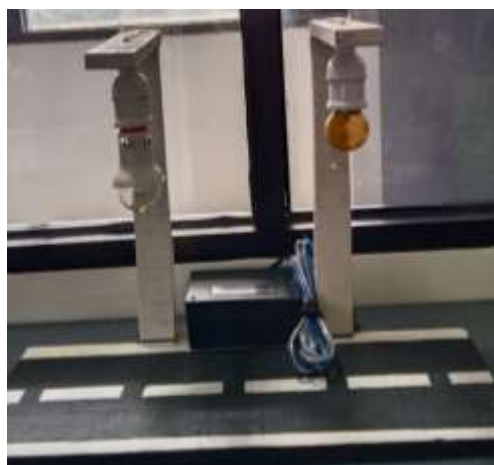
AC Source	Adaptor Hilink 5v	ESP32	LoRa RFM95	Sensor LDR	LCD 16x2	Relay	PZEM1	PZEM2	Lampu1	Lampu2
N	N						Nin	Nin		
L	L						Lin	Lin		
							Nout		N	
							Lout		L	
								Nout		N
								Lout		L
	5V	Vin		VCC	VCC		5v	5v		
		3.3V	3.3V			VCC				
	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd		
		Rx2					Tx	Tx		
		Tx2					Rx	Rx		
		34		A0						
		33	NSS							
		32								
		21			SDA					
		22			SCL					
		4				IN				
		5	RST							
		23	MOSI							
		19	MISO							
		18	SCK							
		26	DIO0							

Tabel 3.2 menjelaskan tentang pin skematik pada rangkaian di penelitian ini. Pada penelitian ini rangkaian yang sudah dibuat terdiri dari beberapa komponen

utama, termasuk sumber listrik AC, adaptor *Hilink 5V*, mikrokontroler ESP32, sensor PZEM1, sensor PZEM2, modul komunikasi jarak jauh LoRa RFM95, sensor LDR, LCD 16x2 untuk tampilan, *relay* untuk pengendalian perangkat listrik seperti lampu. Pada sumber listrik AC, terdapat koneksi *Neutral (N)* dan *Line (L)*. Adaptor *Hilink 5V* memiliki koneksi *Neutral* dan *Line*, serta menghasilkan keluaran 5V yang terhubung ke Vin ESP32. Mikrokontroler ESP32 memiliki beberapa koneksi, termasuk Vin (masukan daya), 3.3V, dan *Ground (Gnd)*. Komunikasi serial dilakukan melalui pin Rx dan Tx, baik langsung maupun melalui pin Rx2 dan Tx2. Modul PZEM menggunakan koneksi *Ground*, *Transmit (Tx)*, dan *Receive (Rx)*. LoRa RFM95 memiliki koneksi 5V, *Ground*, dan menggunakan SPI (MOSI, MISO, SCK, NSS) serta pin DIO0 dan DIO1. Sensor LDR dan LCD 16x2 terhubung melalui I2C dengan pin SDA dan SCL. *Relay* terhubung dengan pin IN, sementara lampu terhubung ke *Neutral (Nin)* dan *Line (Lin)*.

3.6 PENGAMBILAN DATA

Dalam penelitian ini, data akan diperoleh melalui pengujian alat yang melibatkan pemeriksaan menyeluruh terhadap kinerja sistem yang telah dibangun. Fokus utama pengambilan data terletak pada pembacaan sensor PZEM-004T sebagai indikator kinerja utama alat yang diuji. Sensor ini dipilih karena kemampuannya dalam mengukur tegangan, arus, dan daya, yang merupakan parameter kritis dalam pengoperasian lampu jalan. Penggunaan sensor PZEM-004T memastikan akurasi dalam memantau kinerja sistem. Ilustrasi monitoring penerangan jalan umum dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Ilustrasi Monitoring Penerangan Jalan Umum

Gambar 3.6 menjelaskan miniatur ilustrasi monitoring penerangan jalan umum. Pengujian data dilakukan dengan 4 kali pengujian. Pertama, pengujian sensor PZEM-004T dilakukan menggunakan 6 beban uji. Masing-masing beban uji melakukan 10 kali pengambilan data untuk setiap sensor PZEM-004T dan setiap parameter nya, di mana perbandingan antara nilai *power* meter dengan nilai sensor PZEM-004T dievaluasi untuk mengukur arus, tegangan, dan daya. Pengujian kedua melibatkan uji bohlam, digunakan untuk menilai efisiensi energi bohlam dan kinerja sensor PZEM-004T dalam pengukuran. Menggunakan dua sensor, PZEM1 dan PZEM2, pengujian ini dilakukan sebanyak 6 kali untuk satu buah sensor PZEM-004T, data tersebut mengukur tegangan, arus, dan daya yang dikonsumsi oleh bohlam. Pengujian ketiga mencakup perhitungan presisi yang melibatkan standar deviasi dan deviasi standar relatif. Presisi ini mengevaluasi kemampuan sensor untuk memberikan pengukuran konsisten dan mendekati nilai sebenarnya dalam berbagai kondisi beban yang digunakan. Standar deviasi menggambarkan sebaran data pengukuran dari nilai rata-rata, sementara relatif standar deviasi memberikan perspektif persentase tentang variasi relatif terhadap rata-rata data. Pengujian keempat melibatkan pengujian waktu data di 4 lokasi dengan variasi jarak. Pengujian ini mengevaluasi parameter QoS, RSSI, dan SNR dengan mengirimkan data dari *End Device* ke *Platform Console* Telkom IoT sebanyak 60 data pada setiap lokasi dengan jarak yang berbeda, untuk menentukan performa komunikasi dalam jaringan LoRaWAN.