

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian digunakan sebagai panduan sistematis dalam merancang, membangun, dan mengevaluasi sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan pengendalian melalui *WhatsApp* menggunakan teknologi LoRa. Metode ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D), yaitu metode penelitian yang berfokus pada proses pengembangan suatu produk. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa prototipe sistem lampu otomatis berbasis IoT, yang dikembangkan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Penelitian ini bersifat aplikatif dan praktis karena menekankan pada pembuatan serta pengujian fungsional sistem yang dapat diimplementasikan.

Dalam proses pengembangan sistem, penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) sebagai kerangka pengembangan. Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur, sehingga sesuai untuk penelitian pengembangan sistem berbasis teknologi.

3.1.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah

pendekatan deskriptif. Pendekatan ini digunakan untuk mendeskripsikan secara sistematis proses pengembangan sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT), mulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan, implementasi, hingga evaluasi sistem yang telah dibuat.

Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung terhadap kinerja sistem yang dikembangkan. Pengujian dilakukan secara fungsional untuk mengetahui kemampuan sistem dalam merespons perintah dari *WhatsApp*, keandalan komunikasi LoRa, serta kinerja sistem dalam mengendalikan lampu otomatis sesuai dengan rancangan.

3.1.2 Tahapan Penelitian (ADDIE)

Tahapan penelitian dalam pengembangan sistem ini disusun berdasarkan model ADDIE, yang terdiri dari lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*.

1. *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem. Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan *Internet of Things* (IoT), teknologi komunikasi LoRa, mikrokontroler ESP32, modul relay, serta penggunaan *WhatsApp* sebagai media pengendalian sistem. Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, serta penentuan skenario pengendalian lampu otomatis.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan sebagai dasar dalam pengembangan sistem. Pada tahap ini disusun diagram blok sistem untuk menggambarkan hubungan antar

komponen, flowchart sistem untuk menjelaskan alur kerja sistem, perancangan perangkat keras, serta perancangan perangkat lunak sebagai acuan dalam proses pembuatan sistem.

3. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi dari rancangan sistem yang telah dibuat. Pada tahap ini dilakukan perakitan perangkat keras sesuai dengan desain yang telah dirancang, pemrograman mikrokontroler ESP32, pengembangan komunikasi menggunakan teknologi LoRa, serta integrasi *WhatsApp* dengan sistem sehingga sistem dapat menerima dan memproses perintah pengguna.

4. *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan dengan menjalankan sistem yang telah dikembangkan sesuai dengan skenario penggunaan. Pada tahap ini dilakukan pengujian fungsional sistem yang meliputi pengujian kendali lampu, pengujian komunikasi LoRa, serta pengujian respons sistem terhadap perintah yang dikirimkan melalui *WhatsApp*.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi bertujuan untuk menilai kinerja dan fungsionalitas sistem yang telah diimplementasikan. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian fungsional, mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem, serta menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna.

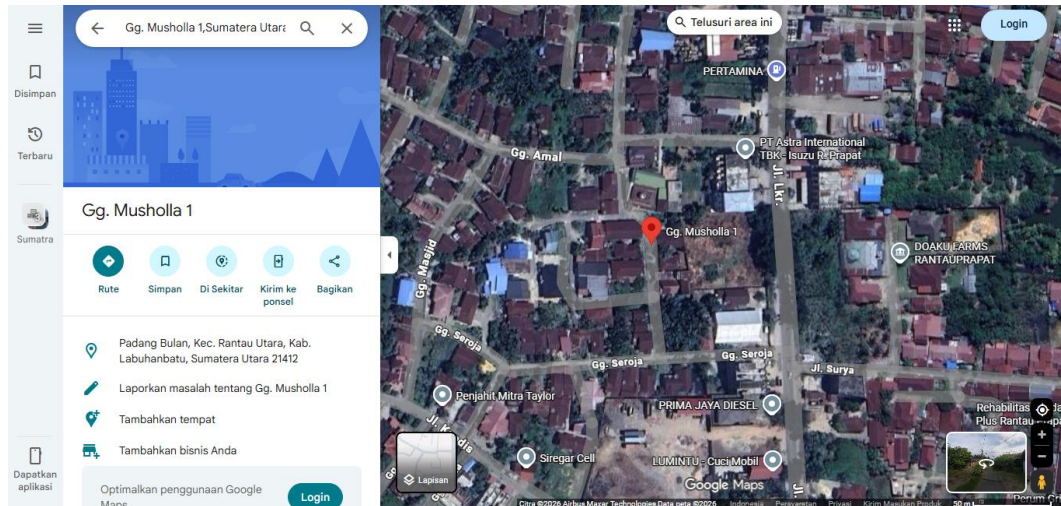


Gambar 3.1 Alur Diagram ADDIE

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan rumah peneliti yang berlokasi di Jalan H. Adam Malik, Lingkungan Sumber Beji, yang dijadikan sebagai area implementasi dan pengujian sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan pada ketersediaan jaringan listrik yang stabil serta jaringan internet yang memadai, sehingga mendukung proses

pengoperasian, pengendalian, dan pemantauan sistem IoT yang dikembangkan secara optimal.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan selama lima bulan, yaitu mulai November 2025 hingga Maret 2026. Rentang waktu tersebut mencakup tahapan studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan dan implementasi sistem, pengujian fungsional, serta analisis dan evaluasi hasil penelitian.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

NO	Tahap Penelitian	BULAN				
		November 2025	Desember 2025	Januari 2026	Februari 2026	Maret 2026
1	Studi Literatur					
2	Analisis Kebutuhan Sistem					
3	Perancangan Sistem					

NO	Tahap Penelitian	BULAN				
		November 2025	Desember 2025	Januari 2026	Februari 2026	Maret 2026
4	Pengembangan Sistem (Hardware & Software)					
5	Implementasi Sistem					
6	Pengujian Fungsional Sistem					
7	Analisis dan Evaluasi					

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat penelitian merupakan perangkat yang digunakan dalam proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan kontrol melalui *WhatsApp* menggunakan teknologi LoRa. Alat-alat ini berfungsi untuk mendukung proses pemrograman, perakitan perangkat keras, serta pengujian kinerja sistem yang dikembangkan. Daftar alat penelitian yang digunakan disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Alat Penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1	Laptop	1 Unit	Pemrograman dan pengujian sistem
2	Smartphone	1 Unit	Mengirim perintah melalui WhatsApp
3	Obeng dan Tang	1 Set	Perakitan perangkat keras
4	Kabel dan Konektor	Secukupnya	Perakitan perangkat keras

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian merupakan komponen utama yang digunakan dalam proses perancangan dan implementasi sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan kontrol melalui *WhatsApp* menggunakan teknologi LoRa. Bahan-bahan ini berfungsi sebagai penyusun sistem, baik pada sisi pengendalian, komunikasi, maupun penyediaan sumber daya listrik. Daftar bahan penelitian yang digunakan disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Bahan Penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1	ESP 32	2 Unit	Mikrokontroler pengendali sistem pengirim dan penerima
2	Modul LoRa SX1278	2 Unit	Media komunikasi jarak jauh
3	Modul Relay	1 Unit	Mengendalikan beban lampu
4	Lampu rumah tangga (AC 220V / DC 12V)	1 Unit	Beban yang dikendalikan sistem
5	Panel Surya	1 Unit	Sumber catu daya alternatif
6	Solar Charge Controller	1 Unit	Mengatur pengisian aki
7	Aki (Accumulator)	1 Unit	Penyimpan energi listrik
8	Catu Daya PLN / Adaptor	1 Unit	Sumber daya sistem
9	Kabel dan konektor	1 Unit	Penghubung antar komponen

Panel surya dan aki digunakan sebagai sumber catu daya alternatif untuk mendukung operasional sistem lampu otomatis. Penggunaan sumber daya ini

bertujuan untuk memastikan sistem tetap dapat berfungsi meskipun tidak terhubung langsung dengan jaringan listrik utama.

Namun demikian, panel surya dan aki tidak menjadi fokus utama penelitian, sehingga penelitian ini tidak membahas secara mendalam mengenai perhitungan daya, efisiensi energi, maupun karakteristik kelistrikan dari sistem pembangkit tersebut. Fokus penelitian tetap pada pengendalian lampu berbasis IoT melalui *WhatsApp* dengan komunikasi LoRa.

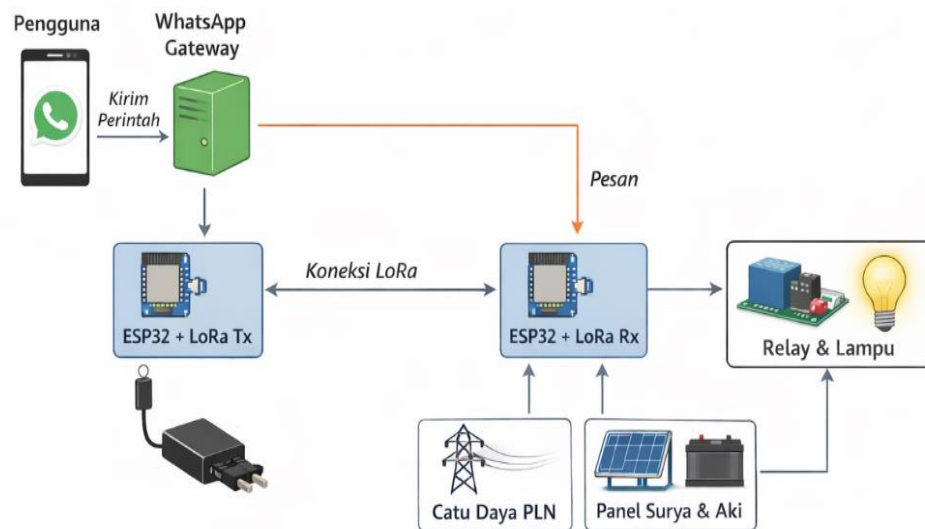
3.4 Diagram Blok / Arsitektur Sistem

Diagram blok sistem digunakan untuk menggambarkan arsitektur umum serta hubungan antar komponen dalam sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan kontrol melalui *WhatsApp* menggunakan teknologi LoRa. Diagram ini menunjukkan alur komunikasi dan proses kerja sistem mulai dari pengguna hingga perangkat lampu yang dikendalikan.

Pada sistem ini, pengguna mengirimkan perintah melalui aplikasi *WhatsApp* yang kemudian diteruskan oleh *WhatsApp Gateway* ke mikrokontroler ESP32 pada sisi pengirim (ESP32 + LoRa Tx). Selanjutnya, perintah dikirimkan melalui komunikasi nirkabel LoRa menuju mikrokontroler ESP32 pada sisi penerima (ESP32 + LoRa Rx). ESP32 penerima memproses perintah tersebut dan mengendalikan modul relay sebagai aktuator untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik ke lampu sebagai beban.

Sistem ini didukung oleh sumber daya listrik dari jaringan PLN sebagai catu daya utama serta panel surya dan aki sebagai sumber daya alternatif. Diagram blok

sistem ini digunakan sebagai acuan dalam proses perancangan, pengembangan, dan implementasi sistem secara keseluruhan.



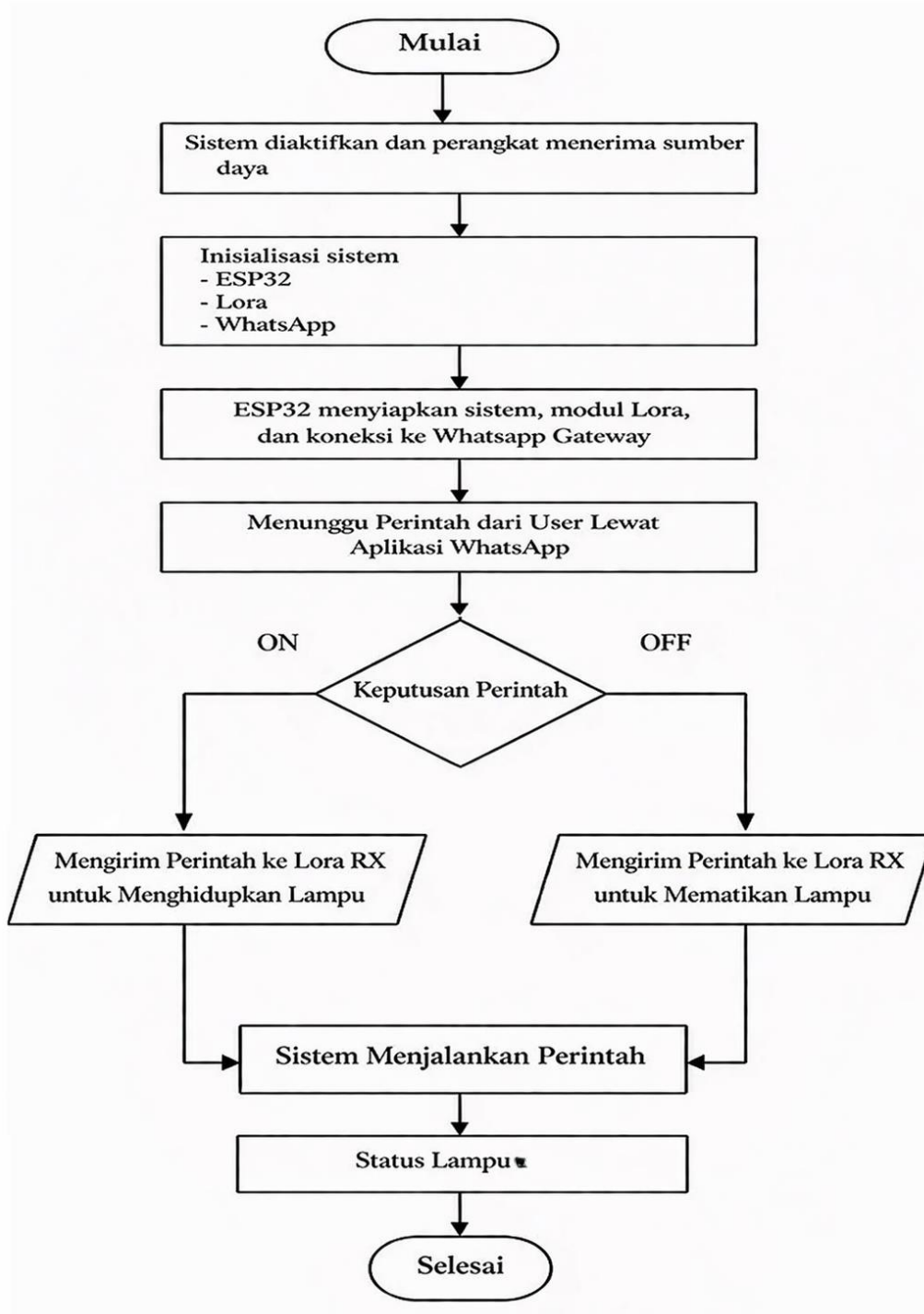
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Lampu Otomatis Berbasis IoT

3.5 Flowchart Sistem

Flowchart sistem digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem pengendalian lampu otomatis secara berurutan, mulai dari proses inialisasi hingga sistem memberikan respon terhadap perintah pengguna. *Flowchart* ini berfungsi sebagai acuan dalam perancangan dan implementasi logika program pada mikrokontroler ESP32.

Alur sistem dimulai dengan inialisasi perangkat, kemudian sistem menunggu perintah dari pengguna melalui *WhatsApp*. Setelah perintah diterima dan diproses, data perintah dikirimkan melalui komunikasi LoRa ke *node* penerima untuk mengendalikan relay dan lampu. Selanjutnya, sistem mengirimkan informasi status

lampu sebagai umpan balik kepada pengguna. Proses ini berjalan secara berulang selama sistem aktif.



Gambar 3.4 Flowchart Sistem

Adapun penjelasan dari *flowchart* sistem sebagai berikut:

1. Mulai (*Start*)

Proses dimulai ketika sistem diaktifkan dan perangkat mendapatkan sumber daya, baik dari jaringan listrik PLN maupun sumber daya alternatif.

2. Inisialisasi ESP32, LoRa, dan *WhatsApp Gateway*

Pada tahap ini, mikrokontroler ESP32 melakukan inisialisasi sistem, meliputi pengaturan modul LoRa, koneksi ke *WhatsApp Gateway*, serta penyiapan konfigurasi awal sistem agar siap menerima perintah dari pengguna.

3. Menerima Perintah dari Pengguna melalui *WhatsApp*

Sistem menunggu perintah yang dikirimkan oleh pengguna melalui aplikasi *WhatsApp*. Perintah tersebut berupa instruksi untuk menyalakan atau mematikan lampu.

4. Keputusan Perintah (Nyalakan atau Matikan)

Setelah perintah diterima, sistem melakukan pengecekan jenis perintah. Jika perintah adalah nyalakan, maka sistem akan memproses perintah tersebut untuk menyalakan lampu. Jika perintah adalah matikan, maka sistem akan memproses perintah untuk mematikan lampu.

5. Pengiriman Perintah melalui LoRa

Perintah yang telah diproses oleh ESP32 dikirimkan melalui modul komunikasi LoRa ke *node* penerima (LoRa Rx).

6. Pengendalian Relay dan Lampu

Node penerima menerima perintah LoRa dan mengontrol modul relay untuk menyalakan atau mematikan lampu sesuai dengan perintah yang diberikan.

7. Pengiriman Status Lampu ke Pengguna

Setelah lampu dikendalikan, sistem mengirimkan informasi status lampu (*ON/OFF*) kembali kepada pengguna melalui *WhatsApp* sebagai umpan balik.

8. Selesai (*End*)

Proses berakhir dan sistem kembali ke kondisi menunggu perintah selanjutnya selama sistem masih aktif.

3.6 Perancangan Sistem

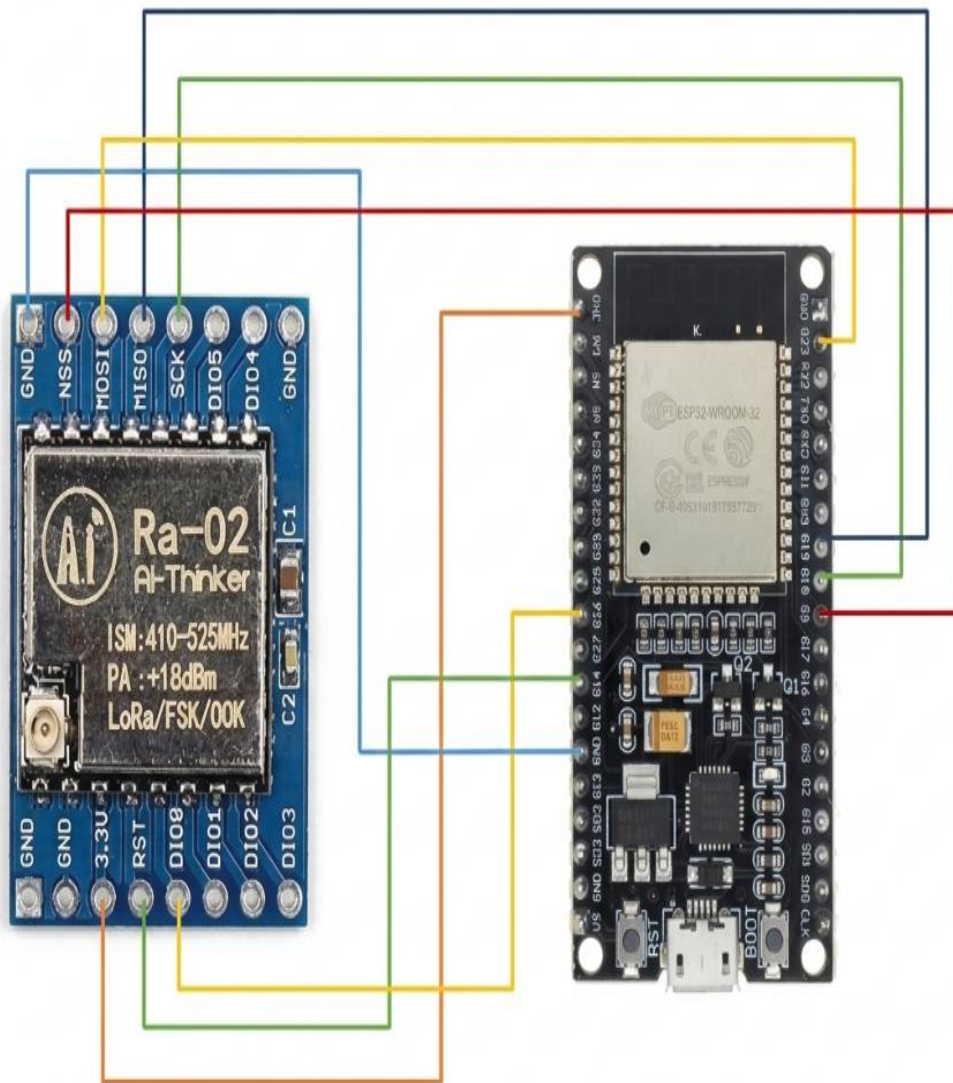
Perancangan sistem merupakan tahapan untuk merancang keseluruhan sistem yang akan dikembangkan, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Perancangan ini bertujuan sebagai acuan dalam proses pembuatan dan implementasi sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan teknologi LoRa dan kontrol melalui *WhatsApp*.

3.6.1 Perancangan Perangkat Keras (**Hardware**)

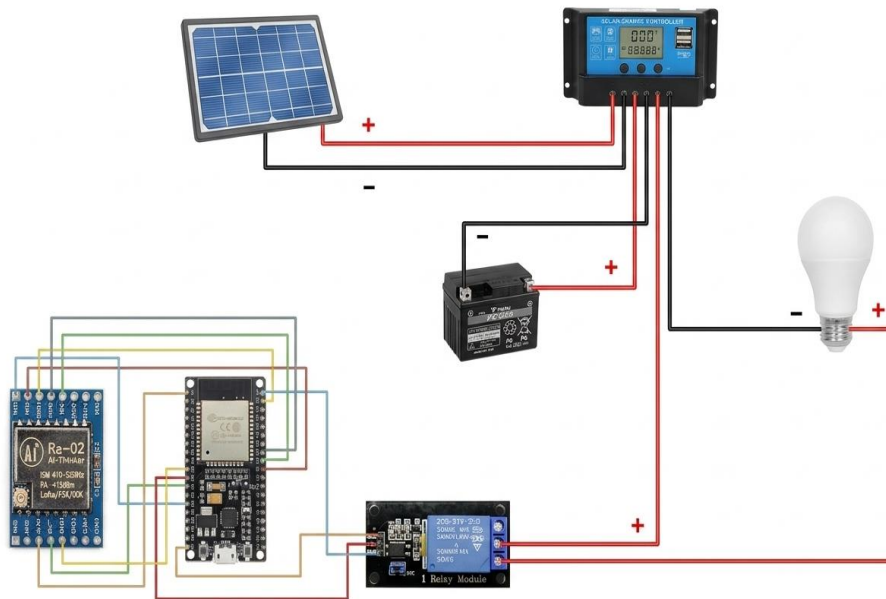
Perancangan perangkat keras dilakukan untuk menentukan komponen utama yang digunakan serta hubungan antar komponen dalam sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan teknologi LoRa. Tahapan perancangan perangkat keras meliputi:

1. Menentukan komponen utama sistem, yang terdiri dari mikrokontroler ESP32, modul komunikasi LoRa SX1278, modul relay, lampu sebagai beban, serta sumber catu daya yang berasal dari jaringan listrik PLN dan sumber daya alternatif.

2. Merancang diagram blok dan diagram rangkaian sebagai acuan dalam proses integrasi seluruh komponen perangkat keras agar dapat bekerja secara terhubung dan sistematis.
3. Melakukan perakitan awal perangkat keras untuk memastikan setiap komponen dapat berfungsi dengan baik sebelum dilakukan perakitan secara permanen dan pengujian sistem secara menyeluruh.



Gambar 3.5 Skema Rangkaian Node Pengirim



Gambar 3.6 Skema Rangkaian Node Penerima

Tabel 3.4 Skema Rangkaian Pengirim dan Penerima

Pin LoRa SX1278	Pin ESP32
VCC	3.3V
GND	GND
SCK	GPIO 18
MISO	GPIO 19
MOSI	GPIO 23
NSS (CS)	GPIO 5
RST	GPIO 14
DIO0	GPIO 26

Tabel 3.5 Rangkaian ESP32 penerima dan Relay

Pin Relay	Pin ESP32	Keterangan
VCC	5V / VIN	Power relay
GND	GND	Ground
IN	GPIO 27	Kontrol relay

3.6.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak dilakukan untuk mengatur alur kerja sistem dalam menerima perintah, memproses data, serta mengendalikan perangkat keras sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Tahapan perancangan perangkat lunak meliputi:

1. Membuat program pada mikrokontroler ESP32 untuk menerima, memproses, dan mengeksekusi perintah yang dikirimkan oleh pengguna melalui *WhatsApp Gateway*.
2. Mengimplementasikan komunikasi LoRa antara perangkat pengirim (LoRa Tx) dan perangkat penerima (LoRa Rx) sebagai media pengiriman perintah pengendalian lampu.
3. Mengembangkan logika program untuk mengendalikan modul relay sehingga lampu dapat dinyalakan atau dimatikan sesuai dengan perintah yang diterima oleh sistem.

3.6.3 Tahap Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan tahapan penerapan hasil perancangan perangkat keras dan perangkat lunak ke dalam sistem yang sebenarnya. Pada tahap ini, seluruh komponen sistem dirakit dan dijalankan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Adapun tahapan implementasi sistem meliputi:

1. Mengunggah (*upload*) program ke mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang.

2. Menghubungkan perangkat pengirim ke jaringan internet agar dapat berkomunikasi dengan *WhatsApp Gateway*.
3. Melakukan pengujian awal komunikasi LoRa antara perangkat pengirim (LoRa Tx) dan perangkat penerima (LoRa Rx).
4. Memastikan sistem pengendalian lampu melalui *WhatsApp* dapat berjalan dengan baik dan merespons perintah pengguna sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

3.7 Tahap Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan kontrol melalui *WhatsApp* menggunakan teknologi LoRa dapat berfungsi sesuai dengan perancangan. Pengujian difokuskan pada pengujian fungsional sistem dan komunikasi antar perangkat.

1. Uji Pengendalian Lampu

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan lampu dapat menyala dan mati sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh pengguna melalui aplikasi *WhatsApp*.

2. Uji Komunikasi *WhatsApp*

- a) Memastikan perintah pengendalian lampu dari pengguna dapat diterima oleh sistem melalui *WhatsApp Gateway*.
- b) Memastikan sistem dapat mengirimkan umpan balik berupa status lampu (*ON/OFF*) kepada pengguna melalui *WhatsApp*.

3. Uji Komunikasi LoRa

Pengujian dilakukan untuk memastikan komunikasi data antara perangkat pengirim (*gateway*) dan perangkat penerima (*node LoRa*) dapat berjalan dengan baik sesuai dengan jarak dan kondisi lingkungan pengujian.

4. Uji Waktu Respon Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu respons sistem terhadap perintah pengguna, mulai dari perintah dikirim hingga lampu berubah kondisi.

5. Uji Keandalan Sistem

Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem secara berulang untuk memastikan sistem dapat beroperasi secara stabil dan konsisten selama digunakan.

3.8 Analisis dan Evaluasi Sistem

Analisis dan evaluasi sistem dilakukan untuk menilai kinerja sistem lampu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan kontrol melalui *WhatsApp* menggunakan teknologi LoRa berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu memenuhi tujuan dan spesifikasi yang telah dirancang.

Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian fungsional sistem terhadap skenario pengujian yang telah ditetapkan. Parameter yang dianalisis meliputi keberhasilan sistem dalam menerima perintah dari pengguna, keandalan komunikasi LoRa antara perangkat pengirim dan penerima, waktu respons sistem, serta kestabilan sistem selama proses pengujian berlangsung.

Evaluasi sistem difokuskan pada identifikasi kelebihan dan keterbatasan sistem. Kelebihan sistem dievaluasi berdasarkan kemudahan penggunaan,

kemampuan pengendalian lampu jarak jauh, serta efektivitas komunikasi menggunakan teknologi LoRa. Sementara itu, keterbatasan sistem dievaluasi berdasarkan kendala yang ditemukan selama pengujian, seperti pengaruh kualitas jaringan internet, jarak komunikasi LoRa, dan kondisi lingkungan terhadap kinerja sistem.

Hasil analisis dan evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk pembahasan hasil penelitian pada bab selanjutnya serta sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem di masa mendatang.