

**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL OTOMATIS LAMPU
PENERANGAN JALAN UMUM (LPJU) DENGAN
KOMUNIKASI LORA**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Fahrul Bhaihaki NIM : 1052012

Lulu Mutialisa NIM : 1052015

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL OTOMATIS LAMPU
PENERANGAN JALAN UMUM (LPJU) DENGAN KOMUNIKASI LORA**

Oleh :

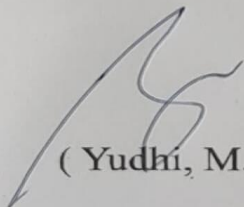
Fahrul Bhaihaki /1052012

Lulu Mutialisa /1052015

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

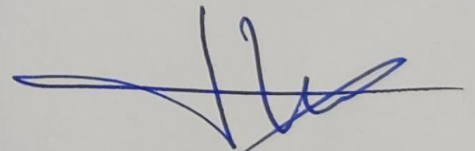
Menyetujui,

Pembimbing 1



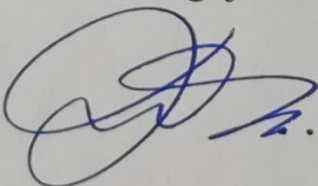
(Yudhi, M.T)

Pembimbing 2



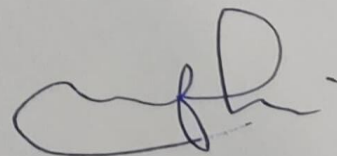
(Surojo, M.T)

Penguji 1



(Indra Dwisaputra, M.T)

Penguji 2



(Dr. Parulian Silalahi, M.Pd)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Fahrul Bhaihaki NIM : 1052012

Nama Mahasiswa 2 : Lulu Mutialisa NIM : 1052015

Dengan Judul : Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Dengan Komunikasi LoRa

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 16 Januari 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Fahrul Bhaihaki



2. Lulu Mutialisa



ABSTRAK

Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) merupakan sumber penerangan yang membantu pengguna jalan saat melintasi jalanan pada malam hari. Tetapi masih banyak LPJU yang menyala pada siang hari tanpa adanya sistem kontrol. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas tentang sistem monitoring dan kontrol otomatis LPJU menggunakan LoRa sebagai perangkat komunikasi jarak jauh dengan MQTT dan PhpMyAdmin sebagai media untuk monitoring LPJU. Metodologi pada penelitian ini adalah dengan mengirimkan hasil pendeteksian cahaya yang telah diolah oleh esp32 devkit v1 pada sistem transmitter ke sistem receiver LoRa. Kemudian hasil pendeteksian cahaya diolah oleh esp32 devkit v1 pada sistem receiver dan dikirimkan ke server localhost yang berfungsi sebagai pusat penyimpanan data. Hasil data yang dapat diakses di internet dapat ditampilkan dalam dashboard pada sistem monitoring LPJU. Hasil pengujian komunikasi LoRa pada kondisi LOS dengan jarak 100 m sampai dengan 2000 m berhasil terkirim dan diterima dengan baik dari LPJU ke laptop walau terjadi delay pada penerimaan data, sedangkan pada kondisi Non-LOS komunikasi LoRa kurang optimal karena terjadi delay dan penghalang pada saat penerimaan data dengan jarak 1 meter sampai dengan 30 meter. Sedangkan hasil pengujian sensor LDR didapatkan nilai 37.8 lux dan 43.2 lux pada kondisi terang, dan pada kondisi gelap didapatkan nilai sebesar 153.3 lux dan 151 lux pada masing-masing LPJU. LPJU dapat di aktifkan dan di nonaktifkan secara otomatis dengan LDR sebagai kontak salkar otomatis, hasil monitoring dapat ditampilkan pada halaman website dengan koneksi internet.

Kata Kunci: LPJU, Komunikasi LoRa, Monitoring

ABSTRACT

Public Street Lighting (LPJU) is a source of lighting that helps road users when crossing the road at night. But there are still many LPJUs that light up during the day in the absence of a control system. Therefore, this study will discuss the LPJU automatic monitoring and control system using LoRa as a remote communication device with MQTT and PhpMyAdmin as a medium for LPJU monitoring. The methodology in this study is to send the results of light detection that has been processed by the esp32 devkit v1 on the transmitter system to the LoRa receiver system. Then the light detection results are processed by esp32 devkit v1 on the receiver system and sent to the localhost server which functions as a data storage center. The results of data that can be accessed on the internet can be displayed in the dashboard on the LPJU monitoring system. The results of LoRa communication testing in LOS conditions with a distance of 100 m to 2000 m were successfully sent and received well from LPJU to a laptop even though there was a delay in data reception, while in Non-LOS conditions LoRa communication was less than optimal because there were delays and obstructions when receiving data with a distance of 1 meter to 30 meters. While the test results of the LDR sensor obtained values of 37.8 lux and 43.2 lux in bright conditions, and in dark conditions obtained values of 153.3 lux and 151 lux in each LPJU. LPJU can be activated and disabled automatically with LDR as an automatic salkar contact, monitoring results can be displayed on the website page with an internet connection.

Keywords: LPJU, LoRa Communication, Monitoring

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan taufik dan inayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan proyek akhir serta makalah proyek akhir dengan judul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Dengan Komunikasi LoRa” dengan tepat waktu. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat serta salam kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW. Semoga syafaatnya selalu mengalir di hari akhir nanti.

Makalah proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai kelulusan Diploma IV di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Laporan ini bertujuan untuk memberikan informasi dan pemahaman pembaca tentang proyek akhir yang telah selesai dilaksanakan. Melalui penelitian proyek akhir ini, penulis berusaha menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh selama 4 tahun mengikuti pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Selama perjalanan dari studi hingga pembuatan konstruksi proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir, penulis banyak sekali mendapatkan pembelajaran, dukungan, bimbingan, serta motivasi yang diterima dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga penulis, terutama orang tua yang tiada henti-hentinya memberikan doa dan dukungan, baik secara moral maupun finansial selama penulis melakukan studi di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Yudhi, M.T dan Bapak Surojo M.T. selaku pembimbing proyek akhir, yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis dalam pembuatan proyek akhir serta penyusunan laporan proyek akhir.

4. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektronika dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Indra Dwisaputra, M.T. selaku Kepala Prodi D-IV Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Kepada seluruh Bapak dan Ibu dosen, PLP serta seluruh civitas akademik di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dan mendorong penulis untuk menyelesaikan studi di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Sahabat penulis, Diah Ambarwati Pratomo, Dhea Vharisha, Mauliana Fardiyatullh, Zulaika dan teman-teman lainnya yang memberikan banyak dukungan dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam proses penyusunan dan penulisan makalah proyek akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan yang perlu di perbaiki dari makalah ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk meningkatkan kualitas makalah proyek akhir ini. Penulis berharap agar makalah ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan diharapkan dapat mengembangkan judul proyek akhir ini demi kemajuan ilmu dan kebutuhan masyarakat. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih

Sungailiat, 16 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Proyek akhir	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU).....	5
2.2. Komunikasi LoRa	5
2.3. Modul Sensor LDR	9
2.4. Modul ESP32 DevKitV1.....	10
2.5. <i>MySQL dan PhpMyAdmin</i>	13
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	15
3.1. Sumber dan Studi Literatur	17
3.2. Blok Diagram Sistem Kontrol LPJU.....	18
3.3. Perancangan <i>Hardware</i> Elektrik Pada Sistem Kontrol LPJU	19

3.4.	Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik Pada Sistem Kontrol LPJU	22
3.5.	Pengujian Sistem <i>Hardware</i> Elektrik Pada Kontrol LPJU.....	23
3.6.	Perancangan <i>Software</i> Untuk Sistem <i>Monitoring</i> LPJU	23
3.6.1.	Tahapan Perancangan <i>Software Database</i> Untuk <i>Monitoirng</i> LPJU ..	24
3.6.2.	Rancangan <i>Software Database</i> Untuk <i>Monitoring</i> LPJU	25
3.7.	Perancangan Kontruksi Untuk <i>Monitoring</i> dan Kontrol LPJU	28
3.8.	Pembuatan Kontruksi LPJU	29
3.9.	Pengujian Keseluruhan Sistem <i>Monitoring</i> dan Kontrol LPJU	30
3.10.	Pembuatan Makalah Proyek Akhir.....	32
BAB IV PEMBAHASAN		33
4.1.	Sistem Kerja Keseluruhan Alat	33
4.2.	Hasil Pembuatan <i>Hardware</i> Alat Sisitem <i>Monitoring</i> dan Kontrol Otomatis LPJU Dengan Komunikasi LoRa	34
4.2.1.	Rangkaian Elektrik (Rangkaian Kontrol).....	34
4.2.2.	Kontruksi Mekanik.....	37
4.3.	Pengujian.....	38
4.3.1.	Pengujian Modul LoRa RFM95	38
4.3.2.	Pengujian Modul Sensor LDR	48
4.4.	Pengujian Sistem <i>Software Database</i> Untuk <i>Monitoring</i> LPJU	49
4.4.1.	Menampilkan Data Sensor LDR dan Kondisi LPJU	50
4.5.	Pengujian Prototipe Secara Keseluruhan	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1.	Kesimpulan.....	54
5.2.	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN 1		58
LAMPIRAN 2		60

LAMPIRAN 369
LAMPIRAN 473



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Spesifikasi LoRa RFM95.....	8
Tabel 2. 2	Spesifikasi Sensor LDR	10
Tabel 2. 3	Spesifikasi modul ESP32 Devkit V1	12
Tabel 3. 1	Keterangan Letak dan Penempatan Komponen Beserta Fungsinya	20
Tabel 3. 2	Keterangan Letak pada Penempatan Komponen dan Fungsinya	21
Tabel 4. 1	Konfigurasi Pin Pada Wiring Rangkaian Kontrol LPJU Pada <i>Transmitter</i>	35
Tabel 4. 2	Konfigurasi Pin Pada Wiring Rangkaian Kontrol LPJU Pada <i>Receiver</i>	37
Tabel 4. 3	Keterangan dari komponen yang digunakan beserta fungsinya.....	38
Tabel 4. 4	Proses Pengiriman LoRa (<i>transmitter</i>) Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi LOS	39
Tabel 4. 5	Proses LoRa <i>Gateway (Receiver)</i> Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi LOS	40
Tabel 4. 6	Proses Pengiriman LoRa (<i>transmitter</i>) Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi LOS	40
Tabel 4. 7	Proses LoRa <i>Gateway (Receiver)</i> Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi LOS	41
Tabel 4. 8	Hasil Pengujian Nilai RSSI Komunikasi LoRa Pada LPJU1 dan LPJU2 Pada Kondisi LOS.....	42
Tabel 4. 9	Proses Pengiriman LoRa (<i>transmitter</i>) Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi Non-LOS	44
Tabel 4. 10	Proses LoRa <i>gateway (Receiver)</i> Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi Non- LOS	44
Tabel 4. 11	Proses Pengiriman LoRa (<i>transmitter</i>) Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi Non-LOS	45
Tabel 4. 12	Proses LoRa <i>Receiver</i> Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi Non-LOS ..	46
Tabel 4. 13	Proses Pengiriman LoRa (<i>transmitter</i>) ke LoRa (<i>receiver</i>) Terhadap LPJU 1 dan LPJU 2 Pada Kondisi Non-LOS.....	47

Tabel 4. 14	Hasil Pengujian Dari Sensor LDR Pada LPJU1	48
Tabel 4. 15	Hasil Pengujian Dari Sensor LDR Pada LPJU 2.....	49
Tabel 4. 16	Hasil pengujian keseluruhan sistem pada LPJU 1	53
Tabel 4. 17	Hasil pengujian keseluruhan sistem pada LPJU 2	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Bentuk Fisik Modul LoRa RFM95	7
Gambar 2. 2	Bentuk Fisik dan Simbol Sensor LDR	9
Gambar 2. 3	Bentuk Fisik Modul ESP32 DevKitV1	11
Gambar 2. 4	Pemetaan Pin ESP32 DevKit V1.....	12
Gambar 2. 5	<i>PhpMyAdmin</i>	13
Gambar 3. 1	<i>Flowchart</i> Metode Pelaksanaan Proyek Akhir	17
Gambar 3. 2	Blok Diagram Sistem Kontrol LPJU	18
Gambar 3. 3	Rancangan Sistem elektrik Pada <i>Transmitter</i>	19
Gambar 3. 4	Rancangan Sistem Elektrik Pada <i>Receiver</i>	21
Gambar 3. 5	Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik Pada Sistem Kontrol LPJU	22
Gambar 3. 6	Aplikasi Arduino IDE.....	24
Gambar 3. 7	Aplikasi XAMPP <i>Control Panel</i> dan <i>PhpMyAdmin</i>	24
Gambar 3. 8	Aplikasi <i>Sublime Text</i>	25
Gambar 3. 9	Rancangan Tampilan <i>Interface</i> Pada LPJU 1	26
Gambar 3. 10	Rancangan Tampilan <i>Interface</i> Pada LPJU 2.....	26
Gambar 3. 11	Rancangan Tampilan Lokasi LPJU 1	27
Gambar 3. 12	Rancangan Tampilan Lokasi LPJU 2	27
Gambar 3. 13	Rancangan Kontruksi Untuk <i>Monitoring</i> dan Kontrol LPJU.....	28
Gambar 3. 14	Tampak Dari Setiap Sisi Pada Rancangan Kontruksi LPJU.....	29
Gambar 3. 15	Kontruksi LPJU	30
Gambar 3. 16	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Keseluruhan Alat Pada Sistem <i>Transmitter</i>	30
Gambar 3. 17	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Keseluruhan Alat Pada Sistem <i>Receiver</i>	31
Gambar 4. 1	<i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan Alat.....	33
Gambar 4. 2	Wiring Rangkaian Kontrol LPJU Pada <i>Transmitter</i>	35
Gambar 4. 3	Rangkaian Kontrol LPJU Pada <i>Receiver</i>	36
Gambar 4. 4	Rangkaian Kontrol LPJU Pada <i>Receiver</i>	37
Gambar 4. 5	Pengujian LoRa Secara LOS.....	39

Gambar 4. 6	Proses Pengiriman Data Dari LoRa <i>Transmitter</i> ke LoRa <i>Receiver</i> Pada LPJU 1 dan LPJU 2 Kondisi LOS	43
Gambar 4. 7	Proses Pengiriman Data Dari LoRa <i>Transmitter</i> ke LoRa <i>Receiver</i> Pada LPJU 1 dan LPJU 2 Kondisi Non-LOS.....	47
Gambar 4. 8	Blok Diagram Pengujian Sensor LDR	48
Gambar 4. 9	Tampilan Sistem <i>Monitoring</i> Pada LPJU 1	50
Gambar 4. 10	Tampilan Sistem <i>Monitoring</i> Pada LPJU 2.....	51
Gambar 4. 11	Tampilan Lokasi Sistem <i>Monitoring</i> Pada LPJU 1	51
Gambar 4. 12	Tampilan Lokasi Sistem <i>Monitoring</i> Pada LPJU 2	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup.....	58
Lampiran 2: Program <i>Receiver/Master</i>	60
Lampiran 3: Program Node 1.....	69
Lampiran 4: Program Node 2.....	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) merupakan sumber penerangan yang terpasang ditepi jalan, yang beroperasi dalam menerangi area jalan yang akan dilalui oleh pengendara dan pengguna jalan, baik pengendara roda dua, roda tiga, roda empat serta pejalan kaki. LPJU berfungsi untuk meningkatkan visibilitas pengendara atau pengemudi yang akan melewati jalan pada malam hari, bertujuan untuk mengurangi resiko kecelakaan dan tindakan kriminal. Selain itu, LPJU juga memiliki peran dalam aspek keamanan dan keindahan, Dimana aspek keamanan meliputi pemberian cahaya tambahan untuk meningkatkan penglihatan pengendara pada malam hari, dan aspek keindahan berkaitan dengan desain dan penempatan lampu yang dapat mempengaruhi estetika jalan pada malam hari [1].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, Penelitian dari P.V.A. Wibawa dkk, dengan judul “rancang bangun sistem *monitoring* lampu penerangan jalan umum berbasis web”. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alat atau sistem informasi geografi pada LPJU berbasis web, dimana sistem tersebut akan memudahkan petugas dalam *me-monitoring* dan mengontrol, serta mengetahui lokasi LPJU yang mengalami kerusakan. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa mikrokontroler berbasis IoT dapat dijalankan oleh petugas, serta desain dari rancangan pada sistem *monitoring* LPJU tersebut bisa memperlihatkan nilai-nilai dari sensor yang telah tersimpan pada mikrokontroler ke web SIG, untuk menampilkan informasi jika terjadi kerusakan pada LPJU [2].

Penelitian dari Roberto dkk, dengan judul analisis *transmitter* pada lampu jalan dengan sistem modul RA-02 frekuensi 433MHz. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi modul pemancar dan penerima radio pada LoRa-02 yang bekerja dengan frekuensi 433MHz, ketika evaluasi selesai, berikutnya melakukan penerapan pada sistem komunikasi LoRa dengan lampu penerangan jalan umum. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem komunikasi pada LoRa Ra-02

berhasil dioperasikan pada jarak jangkauan hingga 1500meter tanpa halangan (LOS) dengan nilai RSSI -92,2 dBm dan SNR -4,225 Db serta ToA 217,5 ms. Nilai RSSI sebesar -90,1 dBm, SNR sebesar -3,375 dB dan ToA sebesar 156,3 ms didapatkan pada kondisi NLOS pada jarak 30 meter. Dimana untuk mengaktifkan dan menonaktifkan lampu jalan menggunakan tampilan yang ada pada *smartphone* dengan menekan tombol *On* dan *Off* [3].

LoRa (*Long Range*) merupakan sebuah teknologi komunikasi nirkabel yang mampu mengirimkan atau mentransmisikan data dari jarak yang cukup jauh. LoRa masuk dalam kategori jaringan LPWAN (*Low Power Wide Area Network*), yang memungkinkan pengiriman data jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Transmisi data LoRa menggunakan *Frequency Modulation* (FM), dimana sinyal gelombang digunakan untuk mengirim dan menerima data dalam frekuensi kerja yang sama. Menurut *LoRa Alliance*, organisasi nirlaba yang fokus pada standardisasi LP-WAN, LoRa beroperasi pada frekuensi yang tidak berlisensi. Keunggulan utama teknologi ini terletak pada ketangguhannya terhadap interferensi atau gangguan serta kebisingan, yang didapatkan dari penggunaan modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS). Dalam modulasi ini, sinyal frekuensi sinusoidal mengalami peningkatan atau penurunan seiring waktu untuk memberikan informasi [4].

Dari pembahasan di beberapa jurnal yang ada, oleh karena itu proyek akhir ini akan menambahkan “**Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Komunikasi LoRa**” yang dirancang untuk memungkinkan petugas dapat *me-monitoring* lampu dari jarak jauh tanpa menggunakan koneksi internet pada lokasi LPJU, dengan menggunakan sensor LDR sebagai kontak saklar otomatis untuk mengaktifkan dan menonaktifkan LPJU. Dimana *website* lebih dulu terhubung dengan modul ESP32 DevKit V1 pada LoRa penerima (*receiver*), kemudian sensor cahaya mendeteksi cahaya yang masuk, hasil dari pendeteksi cahaya kemudian diproses oleh ESP32 DevKit V1 pada sistem *transmitter* dan mengirimkan hasil data ke LoRa RFM 95 penerima (*receiver*), LoRa RFM 95 (*transmitter*) mentransmisikan hasil data dengan frekuensi 923MHz. Kemudian data dari Lora RFM 95 pemancar (*transmitter*) diterima oleh LoRa RFM

95 penerima (*receiver*), selanjutnya sinyal diteruskan dan diolah oleh modul ESP32 DevKit V1 yang ada pada LoRa penerima (*receiver*) dan hasil pengolahan dikirimkan ke *localhost server* untuk *me-monitoring* keadaan dan lokasi LPJU. Sehingga petugas dapat mengetahui kondisi lampu serta melihat lokasi LPJU yang mengalami kerusakan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan dalam latar belakang, rumusan masalah dalam makalah proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa?
2. Bagaimana membuat sistem *monitoring* untuk mengetahui kondisi dan lokasi lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa?
3. Bagaimana efektivitas sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa?

1.3. Tujuan Proyek akhir

Tujuan pada pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa.
2. Membuat sistem *monitoring* lampu penerangan jalan umum untuk mengetahui kondisi dan lokasi lampu penerangan jalan umum yang mengalami kerusakan.
3. Menguji sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa, untuk mengetahui kondisi dan lokasi lampu penerangan jalan umum yang mengalami kerusakan, serta dapat melihat nilai-nilai dari sensor LDR.

1.4. Batasan Masalah

Proyek akhir ini memiliki beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan, antara lain sebagai berikut:

1. Jangkauan *monitoring* tergantung pada kondisi lokasi yang ada pada komunikasi LoRa.
2. Pengujian komunikasi antara *node transmitter* dan *node gateway (receiver)* dibatasi oleh jarak, karena adanya berbagai gangguan dan halangan yang dapat menyebabkan sinyal tidak merespon pada jarak yang cukup jauh.
3. Komunikasi antara *node transmitter* dan *node gateway* dilakukan dalam satu arah.
4. Data pada sistem *monitoring* tidak *realtime*, karena terdapat keterlambatan (*delay*) dalam proses pengiriman data dari sistem *transmitter* ke sistem *receiver (gateway)*.
5. Nilai resistansi dari sensor LDR terganggu saat siang hari, sehingga pembacaan dari nilai sensor LDR terhadap cahaya matahari dan cahaya lampu hampir sama.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU)

Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) merupakan lampu yang digunakan pengendara serta pejalan kaki sebagai penerangan jalan pada malam hari. Pemasangan LPJU bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan dan pejalan kaki, terutama untuk mencegah situasi perjalanan pada malam hari, dan mencegah terjadinya tindakan kriminal serta memberikan keindahan dan kenyamanan disekitar jalan [1].

Lampu Penerangan Jalan Umum adalah lampu penerangan yang digunakan sebagai media untuk menerangi jalanan pada malam hari. Tujuan dari lampu ini adalah untuk memastikan keakuratan, kenyamanan dan kecepatan dalam penglihatan pengendara di malam hari [5].

Pada penelitian proyek akhir yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Komunikasi LoRa” ini menggunakan 3 buah lampu AC pada masing-masing LPJU sebagai beban lampu yang digunakan.

2.2. Komunikasi LoRa

LoRa (*Long Range*) adalah teknologi nirkabel yang memanfaatkan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Dalam komunikasi LoRa, digunakan modulasi *Chirp-Spread-Spectrum* (CSS) untuk menjaga efisiensi daya dan meningkatkan kualitas komunikasi. Teknologi LoRa menggunakan protokol komunikasi LoRaWAN, yang telah dikembangkan oleh LoRa *Alliance* untuk mengatasi tantangan dalam komunikasi jarak jauh yang dihadapi oleh *Internet of Things* (IoT) [6].

Teknologi LoRa bekerja dengan pita frekuensi *Industrial, Scientific, and Medical* (ISM) yang tidak memerlukan lisensi, termasuk frekuensi 2,4GHz, 868MHz, 915MHz dan 433MHz, tergantung pada peraturan di setiap wilayahnya [7]. Frekuensi yang digunakan di Asia yaitu 433MHz, frekuensi yang digunakan di

Eropa sebesar 868MHz, sedangkan frekuensi yang digunakan di Amerika Utara sebesar 915MHz. keunggulan teknologi LoRa ini adalah daya pengiriman data yang rendah [8]. LoRa bekerja pada frekuensi yang berbeda-beda, seperti 433 MHz, 868 MHz dan 915MHz, yang ditentukan sesuai dengan peraturan dan ketentuan di berbagai wilayah dan Negara. Di Indonesia, berdasarkan Keputusan PM Kominfo No 1 Tahun 2019, penggunaan frekuensi LoRa telah ditetapkan dalam rentang 920-923 MHz. pemilihan dan izin penggunaan spektrum LoRa di Indonesia diatur oleh PERDIRJEN SSPPI No3 tahun 2019 [9].

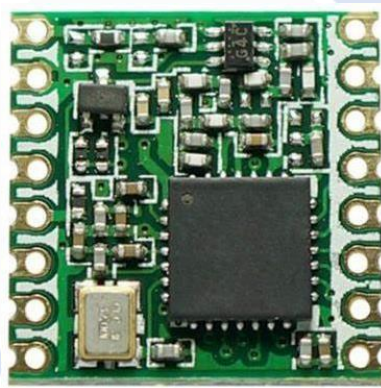
Teknologi LoRa mempunyai keunggulan dibandingkan dengan komunikasi lainnya seperti seluler, *Bluetooth* dan WIFI. Kelebihan LoRa terletak pada konsumsi daya yang rendah dalam mentransmisi data dengan jarak jauh. sehingga LoRa sangat sesuai untuk perangkat sensor yang bekerja dengan sumber daya baterai dengan jangka waktu panjang dan dapat mencakup area yang luas [10].

Penelitian dari Roberto dkk, dengan judul analisis *transmitter* pada lampu jalan dengan sistem modul RA-02 frekuensi 433MHz. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi modul pemancar dan penerima radio pada LoRa-02 yang bekerja dengan frekuensi 433MHz, ketika evaluasi selesai, berikutnya melakukan penerapan pada sistem komunikasi LoRa dengan lampu penerangan jalan umum. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem komunikasi pada LoRa Ra-02 berhasil dioperasikan pada jarak jangkauan hingga 1500meter tanpa halangan (LOS) dengan nilai RSSI -92,2 dBm dan SNR -4,225 Db serta ToA 217,5 ms. Nilai RSSI sebesar -90,1 dBm, SNR sebesar -3,375 dB dan ToA sebesar 156,3 ms didapatkan pada kondisi NLOS pada jarak 30 meter. Dimana untuk mengaktifkan dan menonaktifkan lampu jalan menggunakan tampilan yang ada pada *smartphone* dengan menekan tombol *On* dan *Off* [3].

Pada proyek akhir ini menggunakan modul LoRa RFM95 sebagai media komunikasi teknologi nirkabel dengan jarak jauh. Modul LoRa RFM95 dapat beroperasi pada frekuensi 915MHz dengan *bandwidth* 125 KHz, dan dapat diprogramkan sebesar 300 kbps dengan *Spreading Factor* (SF) dari 7 sampai dengan 12. Modul LoRa RFM 95 memiliki tegangan operasi sebesar 3.3 Volt [11]. Sedangkan modul pemancar (*transmitter*) Ra-02 dari *semtech* bekerja pada

frekuensi 433MHz, memiliki data *rate* yang dapat disesuaikan hingga 300 kbps, dan rentang *Spreading Factor* (SF) dari 6 hingga 12. LoRa Ra-02 beroperasi dengan tegangan 3.3 Vdc dengan tegangan pengiriman data sebesar 120 mA dan penerima sebesar 12 mA [12].

Pada proyek akhir yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Dengan Komunikasi LoRa” menggunakan modul LoRa RFM95 untuk mengirim atau mentransmisi data dari satu lokasi ke lokasi lainnya. LoRa RFM95 merupakan salah satu perangkat LoRa yang menggunakan komunikasi radio frekuensi. Modul LoRa RFM95 digunakan untuk perangkat *transmitter* dan bekerja pada frekuensi 923 MHz dengan telekomunikasi jarak jauh dan rendah energi. Bentuk modul LoRa RFM95 dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bentuk Fisik Modul LoRa RFM95

(sumber: www.robotics.org.za)

Modul LoRa RFM95 merupakan teknologi nirkabel yang berfungsi untuk mentransmisikan data dari jarak jauh tanpa menggunakan internet pada pengiriman dan penerimaan data. LoRa RFM95 memiliki tegangan operasi I/O sebesar 3.3V dan mempunyai karakteristik modem jarak jauh, LoRaTM pada modul ini memberikan kemampuan untuk berkomunikasi dalam spektrum jarak jauh dengan tingkat toleransi interferensi atau kekebalan terhadap gangguan yang tinggi. Spesifikasi dari modul LoRa RFM95 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi LoRa RFM95

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan operasi I/O	3.3 V
<i>Maximum link budget</i>	168 dB
Stabil RF mengirimkan daya dan tegangan operasi	+20 dBm – 100 mW
Efisiensi tinggi PA	+14 dBm
<i>Programmable</i>	300 kbps
Sensitivitas tinggi	Minimum -148 dBm
<i>Bullet-proof front end</i>	IIP3= -12.5 dBm
Anti gangguan yang kuat	
<i>Low RX current of 10.3 mA, 200 nA register retention</i>	
FSK, GFSK MSK, GMSK LoRaTM dan OOK modulation	
<i>Dynamic range RSSI</i>	127 dB
<i>Automatic RF sense and CAD with ultra-fast AFC</i>	
<i>Packet engine up to 256 bytes with CRC</i>	
<i>Built-in temperature sensor and low battery indicator</i>	

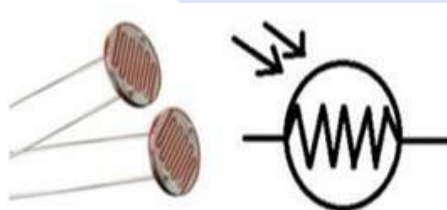
Dalam sistem komunikasi LoRa, terdapat indikator yang mengukur kekuatan sinyal yang diterima, yang disebut dengan RSSI (*Received Signal Strength Indicator*). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Isman Suga dan Heru Nurwasito, penilaian terhadap nilai RSSI yang dianggap optimal dalam komunikasi LoRa sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor

seperti kondisi lingkungan, jarak antar perangkat kondisi antenna, dan tingkat kebisingan lingkungan. Secara umum, semakin tinggi nilai RSSI semakin baik kekuatan sinyal yang diterima. Pada komunikasi LoRa, RSSI dinyatakan dalam bentuk negatif dan dalam unit dBm (*decibel-milliwatt*), Dimana angka negatif yang lebih tinggi menunjukkan kekuatan sinyal yang lebih rendah.

2.3. Modul Sensor LDR

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan salah satu jenis resistor yang dapat berubah hambatannya dikarenakan pengaruh dari cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh sensor LDR. Adapun prinsip kerja dari sensor LDR, semakin banyak cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya akan menurun, dan sebaliknya semakin sedikitnya cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin besar. LDR adalah jenis resistor yang digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukuran besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. [13].

Pada proyek akhir yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Dengan Komunikasi LoRa” menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi cahaya yang masuk dan digunakan sebagai saklar otomatis untuk mengaktifkan dan menonaktifkan LPJU. Adapun bentuk fisik dari sensor cahaya LDR dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2. 2 Bentuk Fisik dan Simbol Sensor LDR

Gambar diatas merupakan sensor cahaya LDR, yang merupakan salah satu dari jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya jika terdapat perubahan dalam penerimaan cahaya. Cara kerja dari sensor LDR sendiri

memutuskan dan menyambungkan aliran listrik berdasarkan cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR, maka nilai resistansinya akan menurun, dan sebaliknya, semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya akan meningkat. Modul sensor LDR bekerja menghasilkan output yang mendeteksi nilai dari intensitas cahaya. Adapun spesifikasi dari modul sensor cahaya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Cahaya LDR

Spesifikasi
Supply: 3.3V-5V (Arduino available)
Output Type: Digital Output (0 dan 1)
Inverse Output
Include IC LM393 voltage comparator
Sensitivitasnya dapat diatur
Dimensi PCB size: 3.2cm x 1.4 cm

2.4. Modul ESP32 DevKitV1

Modul ESP32 DevKit merupakan mikrokontroller buatan dari Espressif yang digunakan pada modul ESP32. Modul ini mempunyai kemampuan dalam melakukan komunikasi secara nirkabel dan melalui protokol Bluetooth Low Energy [14].

Papan pengembangan ESP32 DevKit V1 merupakan modul berbasis mikrokontroller ESP32 yang telah mendukung fitur wifi, Bluetooth, ethernet, dan konsumsi daya rendah. Modul ini berperan sebagai titik akses (*access point*) yang memungkinkan perangkat diluar ESP32DevKit V1 untuk berkomunikasi setelah berhasil mengakses ESP32. Akses ke ESP32 Modul ESP32 DevKit V1 merupakan papan pengembangan berbasis pada mikrokontroller ESP 32. Mikrokontroller ESP32 Devkit V1 ini sudah mendukung wifi, bluetooth, ethernet, dan daya yang

rendah. Modul ini berfungsi sebagai *access point*, dimana perangkat diluar ESP32 DevKit V1 dapat berkomunikasi setelah selesai mengakses ESP32. ESP32 bisa diakses dengan menggunakan laptop (PC), dan hasil dari akses tersebut akan diteruskan ke LoRa *transmitter*, kemudian dari LoRa *transmitter* menuju LoRa *gateway* (penerima).

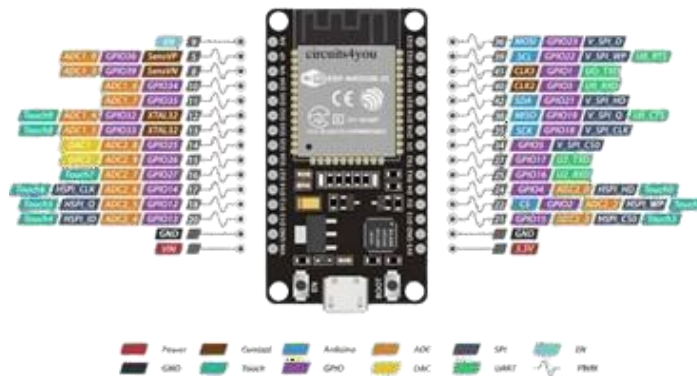
Pada proyek akhir dengan judul “Sistem Monitoring Dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Dengan Komunikasi LoRa” menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai mikrokontroler. Adapun bentuk dari modul ESP32 DevKit V1 dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah.



Gambar 2. 3 Bentuk Fisik Modul ESP32 DevKitV1

(sumber: www.ardutech.com)

Modul ESP 32 DevKit V1 secara visual mirip dengan modul NodeMCU, baik dari segi ukuran, warnanya, maupun penggunaan koneksi ke komputer yang menggunakan port micro USB. Perbedaan antara ESP32 DevJit V1 dengan ESP32 terletak pada prosesor yang digunakan. Dimana ESP32 DevKit V1 menggunakan prosesor Dual-Core 32-bit yang memiliki kinerja yang cepat. Berikut merupakan pemetaan dari pin ESP 32 DevKit V1 dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah.



Gambar 2. 4 Pemetaan Pin ESP32 DevKit V1

(sumber: www.ardutech.com)

Modul ESP32 DevKit V1 memiliki 34 pin GPIO dengan masing-masing pin memiliki karakteristik sendiri, dari fungsional pin PWM, pin saluran ADC dan pin saluran DAC. Berikut merupakan spesifikasi modul ESP32 DevKit V1 bisa dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 2. 3 Spesifikasi modul ESP32 Devkit V1

Spesifikasi	Keterangan
Mikroprosesor	<i>Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6</i>
Frekuensi	240 MHz
SRAM	520 KB
ROM	448 KB
SRAM RTC	16 KB
<i>Memory flash</i>	4 MB
Pemancar WIFI	11b/g/n dengan kecepatan hingga 150 mbps
<i>Bluetooth</i>	4.2/BLE
GPIO	34 Pin yang dapat di program
Saluran ADC (Analog ke digital <i>converter</i>)	ADC SAR 18- bit

PWM (Modulasi Lebar Pulsa)	16 saluran LED PWM
Saluran DAC (<i>converter</i> Digital ke Analog)	DAC 2-bit
Pengontrol host untuk SD/SDIO/MMC	1 Buah
Pengontrol slave untuk SDIO/SPI	1 Buah

2.5. *MySQL dan PhpMyAdmin*

Website merupakan suatu sistem informasi yang terdiri dari teks, gambar, suara dan lain-lainnya yang disimpan di dalam *web server internet* dan disajikan dalam format *hypertext*. *MySQL* merupakan sistem manajemen *database* yang digunakan secara bersamaan dengan PHP. PHP dapat mendukung *Microsoft Access*, *Database Oracle*, *database*, dan sistem manajemen *database* lainnya. *SQL* sebagai bahasa terstruktur, digunakan untuk mengelola *database* dan *MySQL* merupakan sistem manajemen *database*. [15].

MySQL merupakan perangkat lunak *database open source* yang digunakan untuk mengelolah *database* dengan menggunakan bahasa *SQL*. Sebagai jenis data relasional, *MySQL* memungkinkan penyimpanan data dalam bentuk tabel yang saling terhubung. *PhpMyAdmin* sebagai aplikasi *open source* yang memudahkan tugas dalam administrasi *MySQL*. Melalui *PhpMyAdmin*, *user* dapat dengan mudah membuat, menghapus, dan memperbarui *database* serta tabel, tanpa perlu memasukkan perintah *SQL* secara manual [16].



Gambar 2. 5 *PhpMyAdmin*

(sumber: www.bing.com)

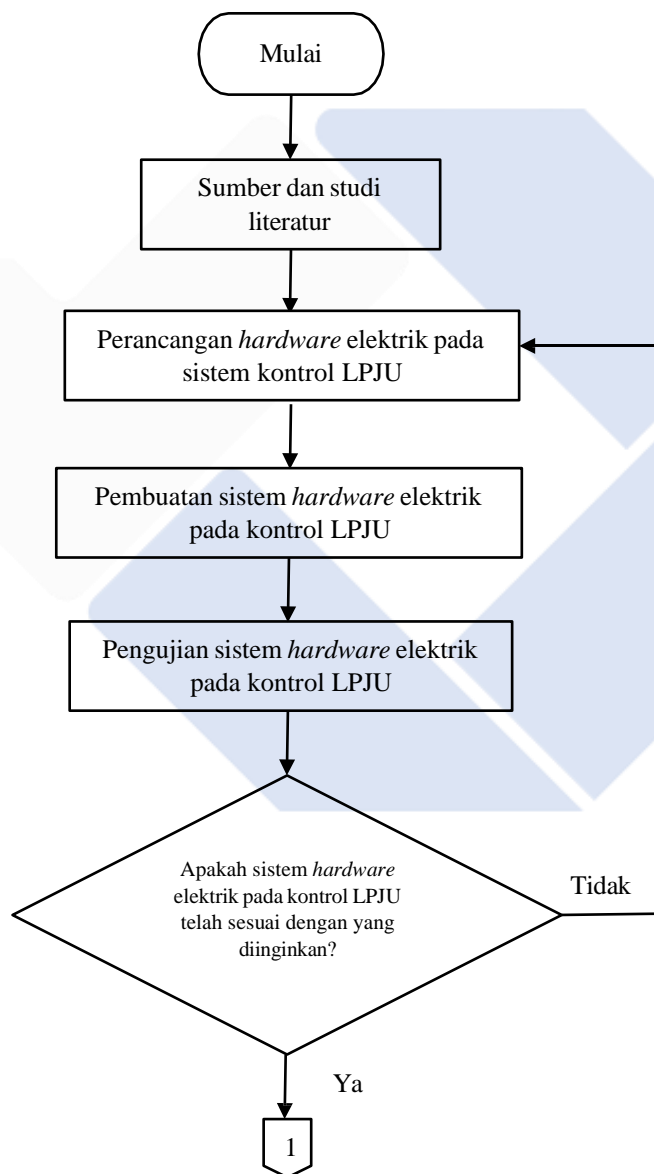
Dalam penelitian yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Komunikasi LoRa” menggunakan *MySQL* dan *PhpMyAdmin* sebagai perangkat lunak (*software*) yang berperan sebagai penghubung antara perangkat *gateway* LoRa, *MySQL*, dan *PhpMyAdmin*. Keduanya digunakan untuk mengelola *database* melalui *website* untuk *monitoring* kondisi dan lokasi LPJU.

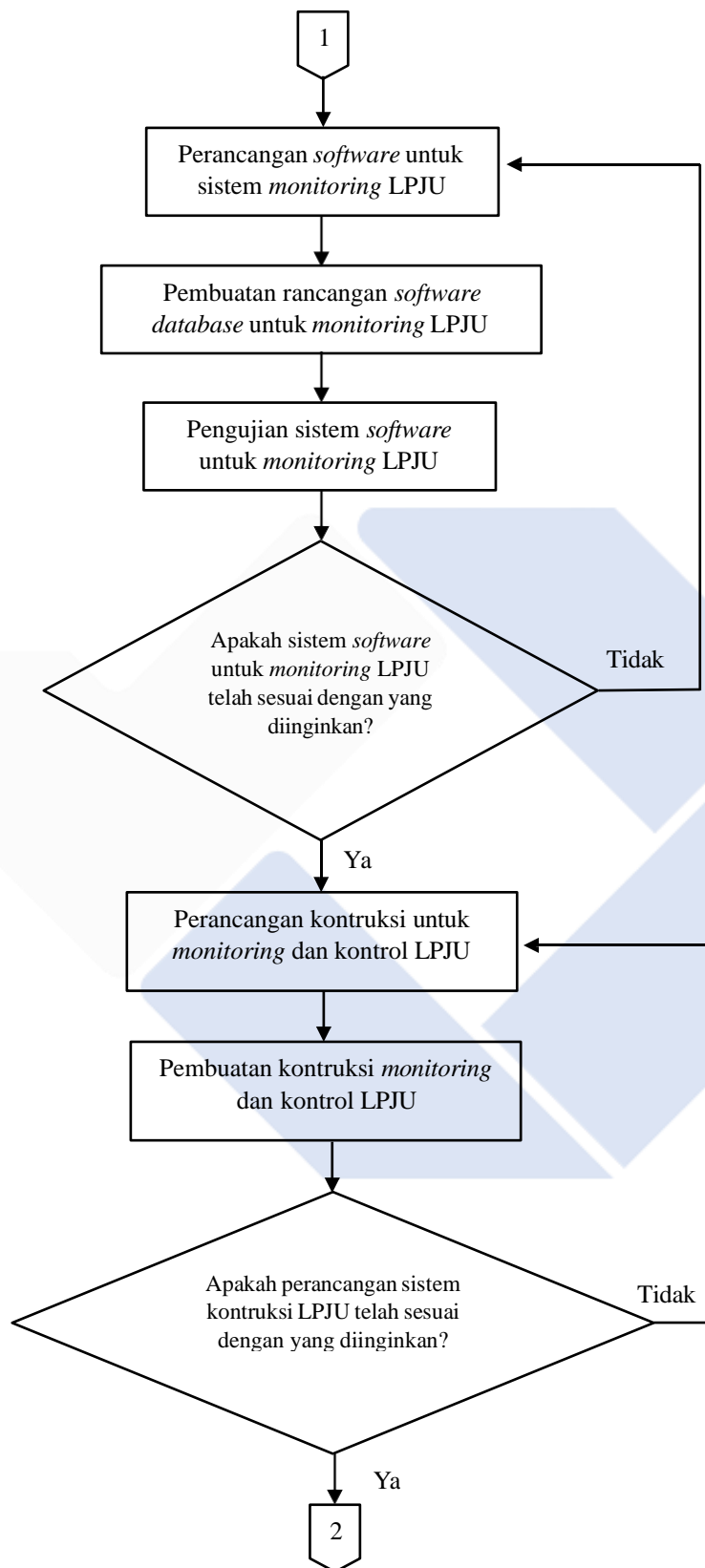


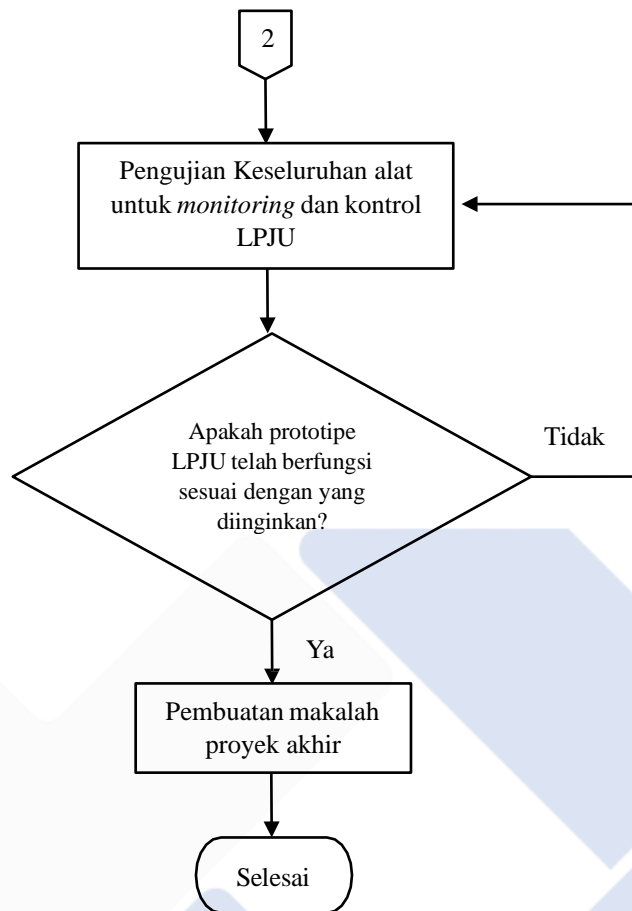
BAB III

METODE PELAKSANAAN

Pada pelaksanaan pembuatan proyek akhir ini, ada beberapa Langkah-langkah yang dapat dilakukan, mulai dari sumber dan studi literatur sampai dengan tahapan pembuatan laporan proyek akhir. Berikut *flowchart* dari metode pelaksanaan pada pembuatan proyek akhir dapat dilihat pada gambar dibawah:







Gambar 3. 1 *Flowchart* Metode Pelaksanaan Proyek Akhir

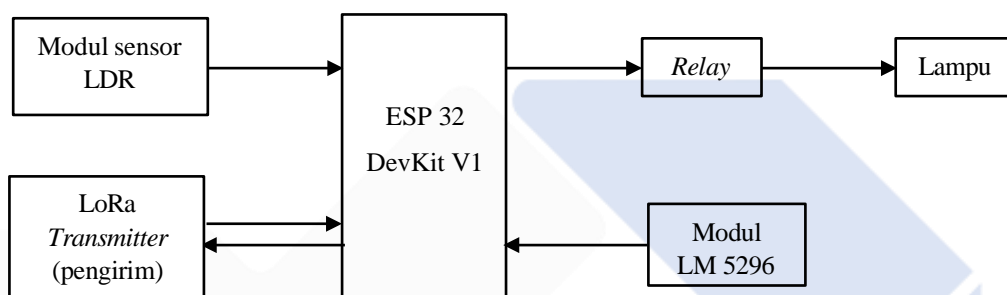
3.1. Sumber dan Studi Literatur

Pada tahap pelaksanaan proyek akhir yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Komunikasi LoRa” digunakan untuk mencari dan mengumpulkan informasi melalui jurnal dan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan judul pada proyek akhir. Dimana studi literatur bertujuan untuk memperoleh informasi dan referensi dalam pembuatan proyek akhir. Pada tahap ini, dapat menentukan komponen dan alat yang diperlukan dalam pembuatan proyek akhir. Studi literatur didapatkan dari jurnal, penelitian dan internet, kemudian digabungkan dan diproses menjadi referensi yang akan menjadi acuan dalam penyusunan dan pembuatan proyek akhir.

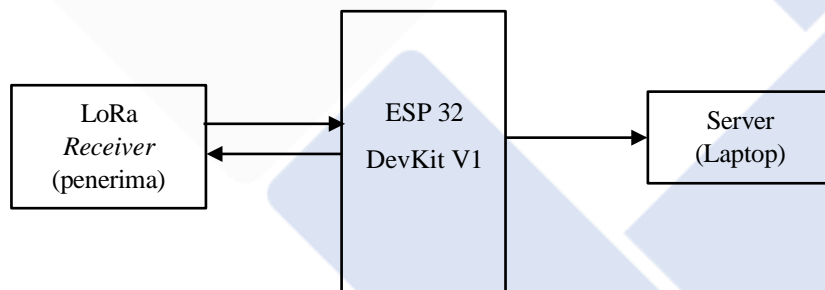
3.2. Blok Diagram Sistem Kontrol LPJU

Sebelum memulai pembuatan sistem *hardware* untuk *monitoring* dan kontrol LPJU terlebih dahulu membuat blok diagram. Tujuan dari pembuatan blok diagram adalah untuk mempermudah pemahaman mengenai sistem kerja, dan dapat memahami bagaimana sistem beroperasi. Blok diagram yang akan dibuat adalah blok diagram untuk sistem kontrol LPJU. Adapun blok diagram pada sistem kontrol LPJU dapat dilihat pada gambar dibawah.

- **Node Transmitter**



- **Node Receiver**



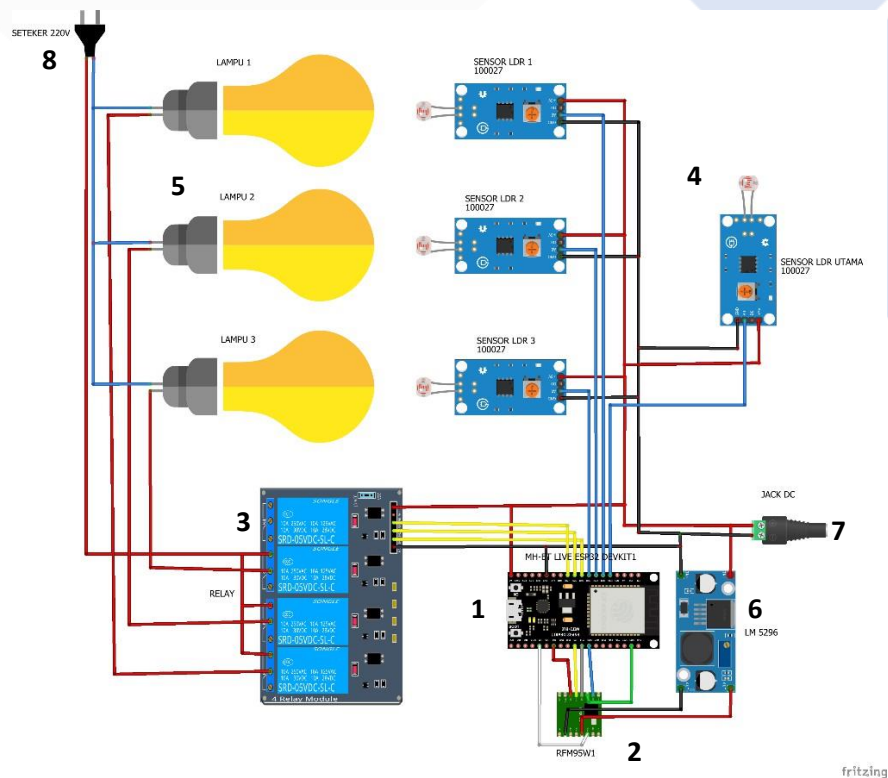
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem Kontrol LPJU

Adapun cara kerja blok diagram dari sistem kontrol diatas yaitu, langkah pertama dalam pembuatan sistem kontrol LPJU dimulai dengan menghubungkan kabel power pada setiap LPJU ke sumber listrik untuk menghidupkan sistem, selanjutnya, melakukan pengujian terhadap sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Tujuan pengujian ini untuk menentukan apakah sensor LDR dapat bekerja atau berfungsi dengan baik ketika terkena cahaya. Proses pengujian dilakukan dengan menghubungkan modul sensor LDR ke ESP32 DevKit V1 menggunakan kabel *jumper* dengan menghubungkan program yang terdapat pada lampiran. Kemudian Selanjutnya melakukan pengujian modul LoRa RFM95

pemancar (*transmitter*) maupun modul LoRa RFM95 penerima (*receiver*) dengan menghubungkan modul LoRa tersebut dengan ESP32 DevKit V1, agar LoRa pemancar (*transmitter*) dapat mentransmisikan sinyal dan mengirimkan data ke LoRa penerima (*receiver*) dan diteruskan ke ESP32 DevKit yang ada pada LoRa Penerima (*receiver*) dan kemudian data diolah dan dikirim ke server, program pengujian modul LoRa pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*).

3.3. Perancangan *Hardware* Elektrik Pada Sistem Kontrol LPJU

Rancangan sistem kontrol elektrik LPJU dilakukan dengan mendesain letak komponen-komponen elektrik yang terdapat dalam prototipe sistem. Komponen yang digunakan meliputi modul ESP32 DevKit V1, modul LoRa RFM95 pemancar (*transmitter*), modul LoRa RFM95 (*receiver*), modul sensor LDR, modul *relay* 3 channel, modul LM5296. desain ini dibuat menggunakan *software fritzing*. Adapun desain *hardware* elektrik sistem kontrol LPJU dapat dilihat pada gambar dibawah.



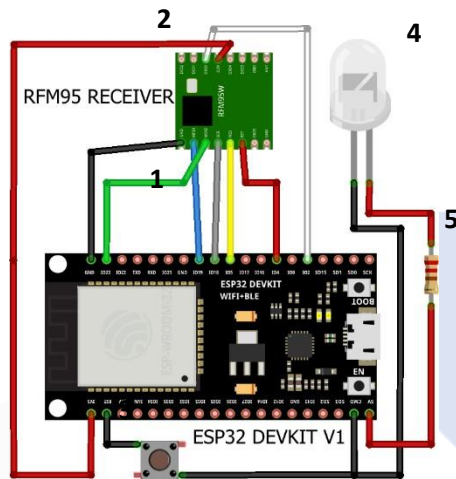
Gambar 3. 3 Rancangan Sistem elektrik Pada *Transmitter*

Berdasarkan gambar 3.3 diatas, komponen yang akan digunakan dalam rancangan *hardware* elektrik pada sistem kontrol LPJU pada *transmitter* memiliki fungsi masing-masing. Adapun keterangan komponen dan fungsinya bisa dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 3. 1 Keterangan Letak dan Penempatan Komponen Beserta Fungsinya

No	Nama Komponen	Fungsi
1	ESP 32 DevKit V1	Sebagai mikrokontroler utama dalam <i>me-monitoring</i> dan kontrol LPJU. Pada rangkaian <i>transmitter</i> ESP32 DevKit V1 berfungsi sebagai pengelola data atau pengelola cahaya yang masuk. Hasil data yang dikelola kemudian dikirim ke LoRa <i>transmitter</i>
2	Modul LoRa RFM95 <i>Transmitter</i>	Sebagai pengirim data dari LoRa RFM95 <i>Transmitter</i> ke LoRa <i>Receiver</i>
3	<i>Relay 3 channel</i>	Sebagai sakelar untuk mengaktifkan dan menonaktifkan LPJU
4	Modul sensor cahaya LDR	Untuk mendeteksi cahaya yang masuk dan diproses oleh ESP32 DevKit V1
5	3 buah lampu AC	Sebagai beban pada LPJU
6	LM5296	Sebagai penurun tegangan

7	Jack DC	Sebagai penghubung power supply
8	Steker 220v	Sebagai penghubung aliran Listrik



Gambar 3. 4 Rancangan Sistem Elektrik Pada *Receiver*

Pada gambar 3.4 diatas, komponen yang akan digunakan dalam rancangan *hardware* elektrik pada sistem kontrol LPJU pada *receiver* memiliki fungsi masing-masing. Adapun keterangan komponen dan fungsinya bisa dilihat pada Tabel berikut.

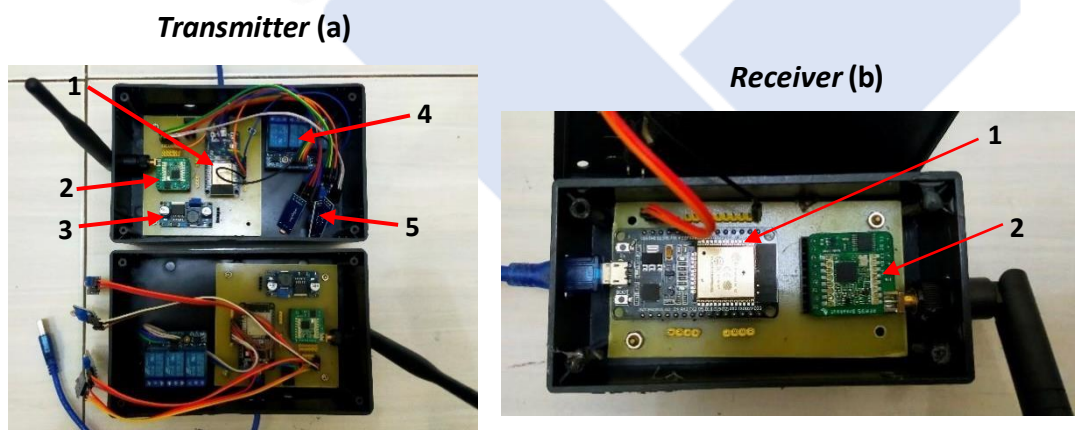
Tabel 3. 2 Keterangan Letak pada Penempatan Komponen dan Fungsinya

No	Nama Komponen	Fungsi
1	ESP 32 DevKit V1	Sebagai pengelola data dari LoRa <i>receiver</i> dan diteruskan ke website di laptop yang telah terhubung untuk <i>monitoring</i> LPJU

2	Modul LoRa RFM95 <i>receiver</i>	Sebagai penerima data dari LoRa <i>transmitter</i> pada LoRa <i>Receiver</i>
3	Push Button	Sebagai tombol reset ESP 32 DevKit V1 <i>Receiver</i>
4	LED	Sebagai indikator hidup dan matinya ESP 32 DevKit V1 <i>Receiver</i>
5	Resistor	Sebagai pembatas arus yang mengalir pada lampu LED

3.4. Pembuatan *Hardware* Elektrik Pada Sistem Kontrol LPJU

Pada tahapan ini pembuatan sistem kontrol *hardware* elektrik mengikuti acuan rancangan elektrik yang telah selesai dibuat dengan *software fritzing*. Pada tahap ini, sistem rangkaian elektrik dapat dibuat dengan menggunakan papan PCB sesuai dengan rangkaian yang diinginkan. Kemudian dilakukan penyolderan pada komponen-komponen yang ada di papan PCB yang telah ditentukan. Adapun pembuatan rangkaian *hardware* elektrik dapat dilihat pada gambar berikut.



a). Rangkaian Elektrik Pada *Transmitter* b). Rangkaian Elektrik Pada *Receiver*

Gambar 3. 5 Pembuatan Hardware Elektrik Pada Sistem Kontrol LPJU

keterangan:

1. ESP32 DevKit V1
2. LoRa RFM95
3. LM5296
4. *Relay 3 channel*
5. Sensor LDR

3.5. Pengujian Sistem *Hardware* Elektrik Pada Kontrol LPJU

Pada tahap ini dilakukan beberapa pengujian *hardware* yang terbagi menjadi beberapa bagian:

- Pengujian modul komunikasi LoRa pemancar (*transmitter*) dengan modul LoRa penerima (*receiver*), untuk mengetahui apakah kedua modul tersebut saling terhubung atau terkoneksi.
- Pengujian jarak komunikasi LoRa pemancar (*transmitter*) dengan modul LoRa penerima (*receiver*), untuk mengetahui batas jarak komunikasi dari modul LoRa pemancar (*transmitter*) dengan modul LoRa penerima (*receiver*).
- Pengujian sensor LDR, untuk mengetahui apakah sensor LDR berfungsi dengan baik atau tidak ketika ada cahaya yang terdeteksi.

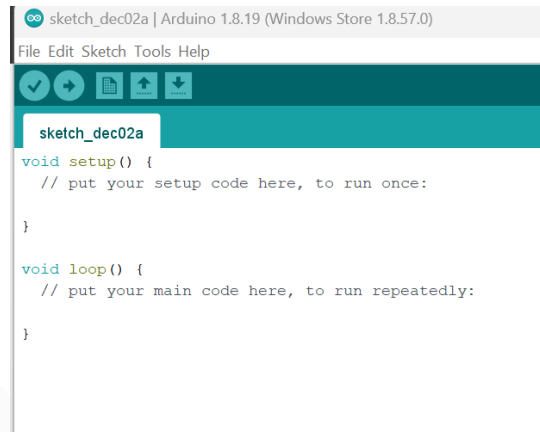
3.6. Perancangan *Software* Untuk Sistem *Monitoring* LPJU

Perancangan *software* sistem *monitoring* dan kontrol LPJU merupakan proses untuk pembuatan rancangan tampilan pada *website* untuk *database monitoring* kondisi dan lokasi LPJU menggunakan *MySQL* dan *PhpMyAdmin*. Sebelum membuat rancangan *software* untuk *database monitoring* kondisi dan lokasi LPJU, ada beberapa tahapan yang dilakukan agar *software* yang akan dibuat bisa bekerja dengan maksimal. Adapun tahapan yang akan dilakukan meliputi, tahapan perancangan *software database* untuk *monitoring* LPJU dan dan rancangan *software database* untuk *monitoring* kondisi dan lokasi LPJU.

3.6.1. Tahapan Perancangan *Software Database Untuk Monitoring LPJU*

Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam membuat perancangan *software database* untuk *monitoring* LPJU sebagai berikut:

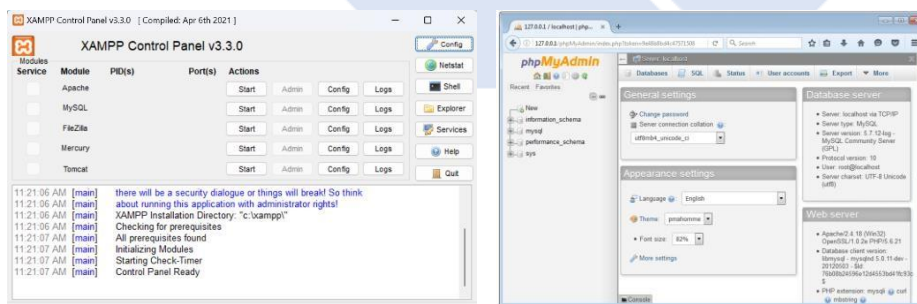
1. Membuat program Arduino pada aplikasi Arduino IDE untuk mengkonfigurasi antar komponen-komponen yang digunakan.



Gambar 3. 6 Aplikasi Arduino IDE

Gambar diatas merupakan tampilan awal pada aplikasi Arduino IDE, yang digunakan untuk membuat program dan mengkonfigurasi komponen-komponen agar saling terhubung.

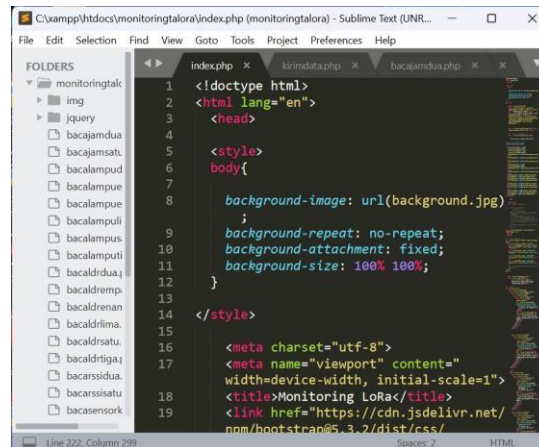
2. Mengaktifkan aplikasi XAMPP Control Panel untuk membuat *database* kondisi dan lokasi LPJU pada *website PHPMyAdmin*.



Gambar 3. 7 Aplikasi XAMPP Control Panel dan PhpMyAdmin

Pada gambar diatas sebelum melakukan *monitoring* kondisi dan lokasi LPJU, terlebih dahulu mengaktifkan XAMPP agar sistem *monitoring* dapat terkoneksi.

3. Membuat program pada aplikasi *Sublime Text* untuk mengkonfigurasi database yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 3. 8 Aplikasi *Sublime Text*

Gambar diatas merupakan tampilan awal pada aplikasi *sublime text*, yang digunakan untuk membuat program pada *website* untuk mengetahui kondisi dan lokasi LPJU.

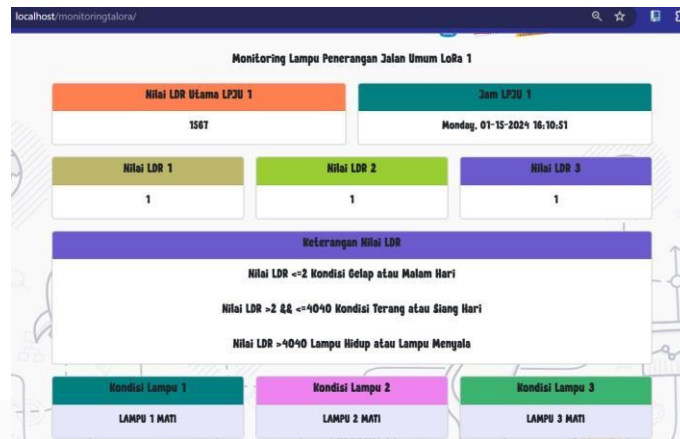
4. Membuat tampilan *website* pada laptop dengan menggunakan *database* dan program *Sublime text* yang telah dibuat.
5. Mengkonfigurasi program Arduino dengan sistem *software (website)* yang telah selesai dibuat.

3.6.2. Rancangan *Software Database Untuk Monitoring LPJU*

Setelah selesai memahami tahapan-tahapan dalam membuat rancangan *software database* untuk *monitoring* kondisi dan lokasi LPJU, selanjutnya mulai merancang *software database* untuk mengetahui kondisi dan lokasi LPJU menggunakan aplikasi-aplikasi yang telah dijelaskan sebelumnya. Dalam rancangan ini akan dibuat desain tampilan *website* yang akan diimplementasikan pada layar laptop, untuk pembuatan sistem *monitoring database* kondisi dan lokasi LPJU.

Untuk mempermudah petugas dalam menggunakan *software (website)* maka rancangan sistem *monitoring* untuk kondisi dan lokasi LPJU akan dibuat dengan *database* yang bisa diakses melalui laptop. Untuk tampilan *website* dalam

me-monitoring kondisi dan lokasi LPJU bisa dilihat pada gambar berikut. Dimana desain *software* ini akan menjadi acuan dalam pembuatan akhir dari *interface* pada sistem *monitoring* dan kontrol LPJU pada proyek akhir. Adapun rancangan tampilan untuk me-monitoring kondisi dan lokasi LPJU dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3. 9 Rancangan Tampilan *Interface* Pada LPJU 1

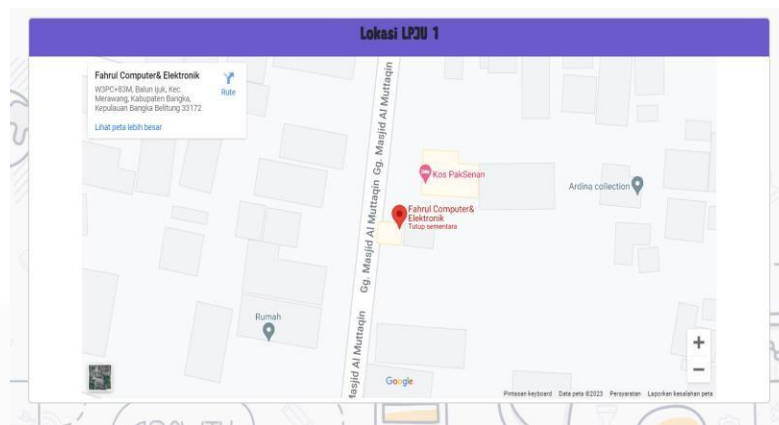
Gambar 3.9 diatas merupakan rancangan tampilan *interface* yang digunakan untuk me-monitoring kondisi pada LPJU 1, ketika LPJU 1 mengalami gangguan atau kerusakan, serta mempermudah petugas dalam membaca nilai pada setiap ldr dimana *range* pada nilai ldr memiliki arti yang berbeda.



Gambar 3. 10 Rancangan Tampilan *Interface* Pada LPJU 2

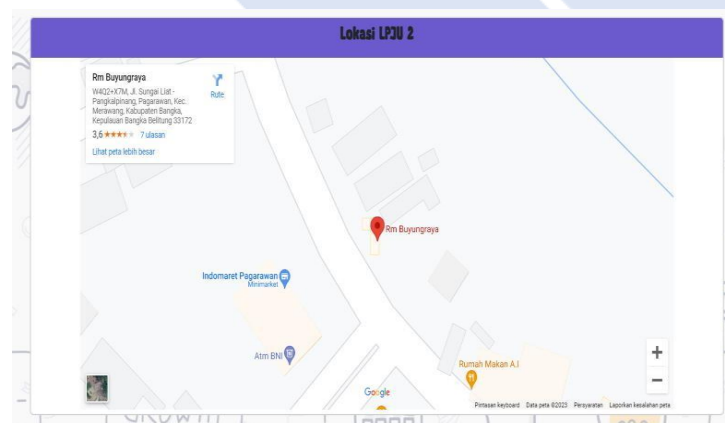
Gambar diatas merupakan rancangan tampilan *interface* yang digunakan untuk me-*monitoring* kondisi pada LPJU 2, ketika LPJU 2 mengalami gangguan atau kerusakan. dan mempermudah petugas dalam membaca nilai pada setiap ldr dimana *range* pada nilai ldr memiliki arti yang berbeda.

Adapun rancangan tampilan lokasi LPJU dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 11 Rancangan Tampilan Lokasi LPJU 1

Pada gambar 3.11 diatas merupakan rancangan tampilan lokasi pada LPJU 1, ketika LPJU mengalami kerusakan maka petugas dapat melihat lokasi LPJU yang mengalami kerusakan.

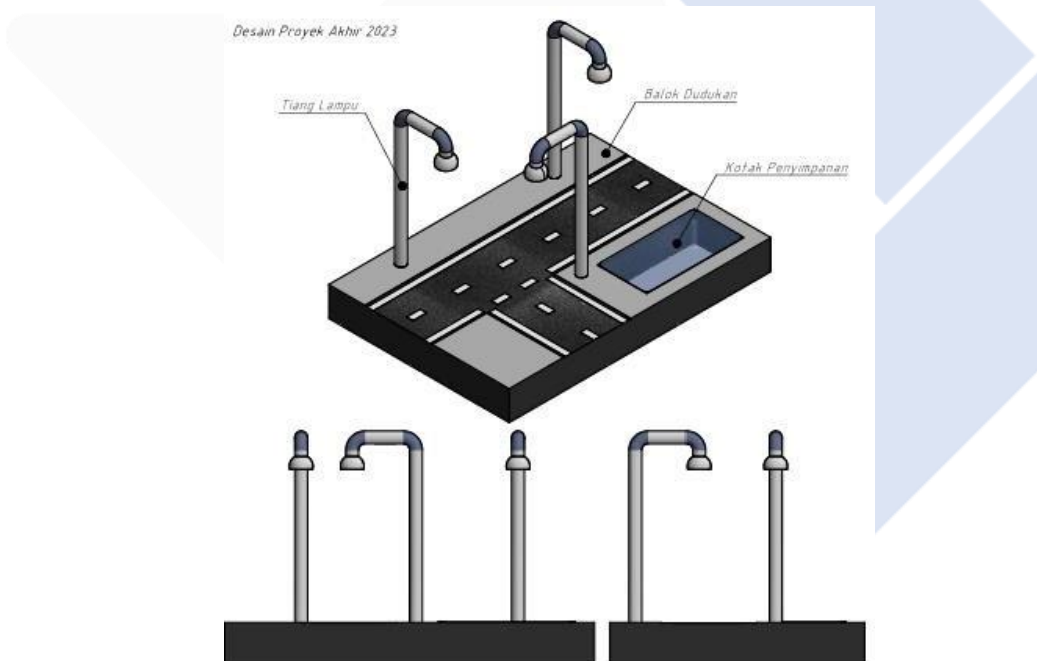


Gambar 3. 12 Rancangan Tampilan Lokasi LPJU 2

Pada gambar 3.12 diatas merupakan rancangan tampilan lokasi pada LPJU 2, ketika LPJU mengalami kerusakan maka petugas dapat melihat lokasi LPJU yang mengalami kerusakan.

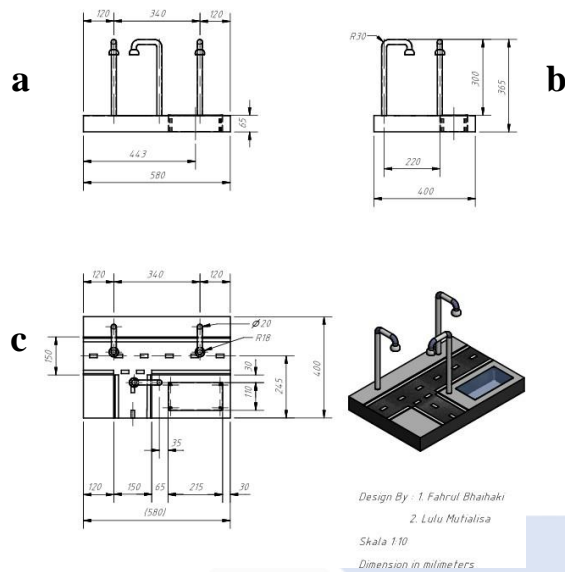
3.7. Perancangan Kontruksi Untuk *Monitoring* dan Kontrol LPJU

Perancangan kontruksi untuk *monitoring* dan kontrol LPJU merupakan pembuatan rancangan (desain) kontruksi untuk *monitoring* dan kontrol LPJU untuk meletakkan seluruh komponen yang akan digunakan. Untuk membuat rancangan (desain) menggunakan *software Auto Desk Inventor*. Setelah tahap pembuatan kontruksi untuk *monitoring* dan kontrol LPJU selesai, maka tahap selanjutnya melakukan perakitan. Adapun desain kontruksi untuk *monitoring* dan kontrol LPJU bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3. 13 Rancangan Kontruksi Untuk *Monitoring* dan Kontrol LPJU

Adapun ukuran dari rancangan kontruksi LPJU sendiri berukuran panjang 580 mm, lebar 400 mm, tinggi 65mm. Adapun untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini yang menampilkan setiap sisi pada desain alat kontruksi LPJU.



a) Tampak Kiri b) Tampak Kanan c) Tampak Atas

Gambar 3. 14 Tampak Dari Setiap Sisi Pada Rancangan Kontruksi LPJU

Gambar diatas merupakan tampilan desain kontruksi Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) pada setiap sisi, dari sisi kiri, kanan dan atas yang telah didesain menggunakan *software Auto Desk Invector* sesuai dengan yang diinginkan.

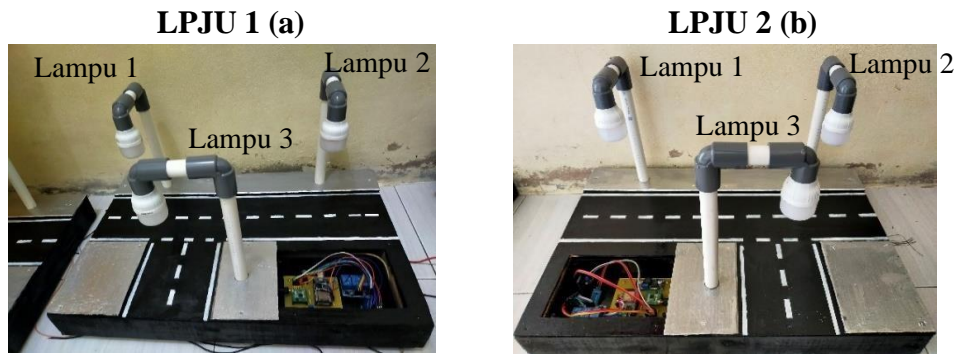
3.8. Pembuatan Kontruksi LPJU

Pada tahap pembuatan kontruksi, bentuk fisik dari prototipe dibuat sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya. Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat prototipe juga disesuaikan dengan desain sebelumnya.

Adapun tahap-tahap dalam pembuatan kontruksi sebagai berikut:

- Membuat kerangka jalanan dan lampu penerangan jalan umum.
- Pemotongan, pengeboran triplek dan pemasangan pipa sebagai penopang lampu.
- pemasangan lampu untuk penerangan jalan umum di papan miniatur.

Adapun gambar kontruksi untuk *monitoring* dan kontrol otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



a) Kontruksi LPJU 1 b) Kontruksi LPJU 2

Gambar 3. 15 Kontruksi LPJU

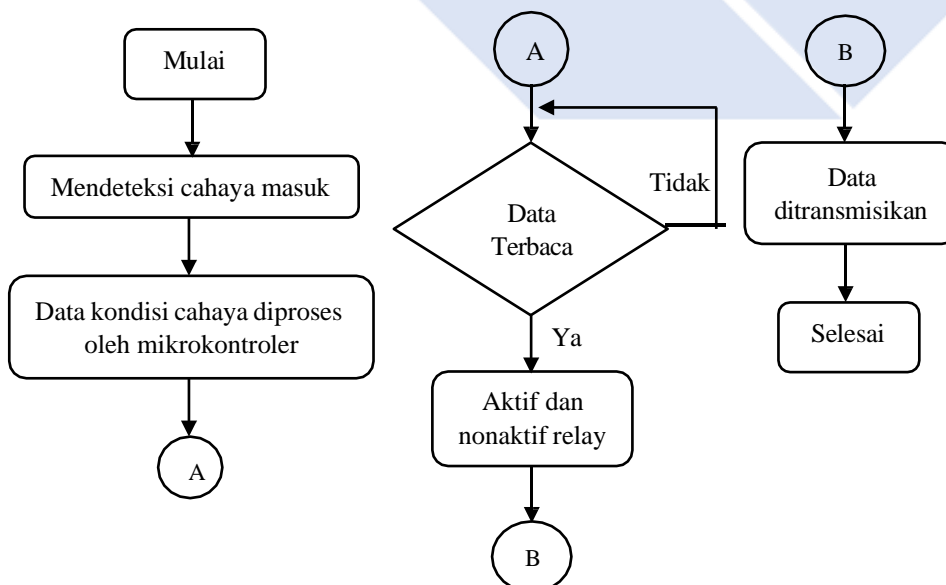
Gambar diatas merupakan hasil kontruksi LPJU yang telah selesai dibuat sesuai dengan rancangan yang di desain menggunakan *software Auto Desk Inventor*.

3.9. Pengujian Keseluruhan Sistem *Monitoring* dan Kontrol LPJU

Tahap ini dilakukan untuk menguji secara keseluruhan sistem untuk mengetahui cara kerja dari keseluruhan sistem. Adapun *flowchart* keseluruhan sistem pada proyek akhir dapat dilihat pada gambar dibawah.

- **Node Transmitter**

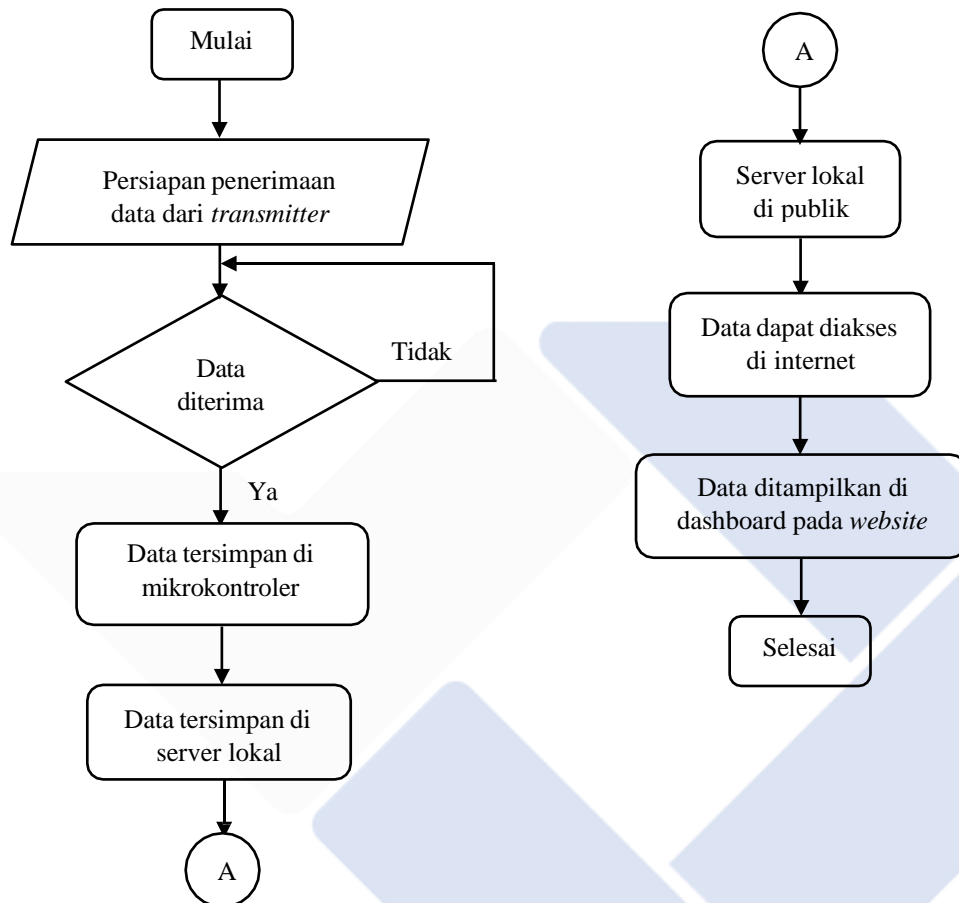
Adapun cara kerja dari sistem kontrol *transmitter* dapat dilihat pada *flowchart* dibawa.



Gambar 3. 16 *Flowchart* Sistem Kerja Keseluruhan Alat Pada Sistem *Transmitter*

- **Node Receiver**

Adapun cara kerja dari sistem kontrol *receiver* dapat dilihat pada *flowchart* dibawa.



Gambar 3. 17 *Flowchart* Sistem Kerja Keseluruhan Alat Pada Sistem *Receiver*

Berdasarkan *flowchart* diatas sistem keseluruhan alat pada sistem *transmitter* dan sistem *Receiver* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- **Node transmitter**

Flowchart diatas menunjukkan perancangan alur kerja pada keseluruhan sistem. Pada *node transmitter*, langkah-langkahnya dijelaskan sebagai berikut. Pertama sensor LDR akan mendeteksi intensitas cahaya yang masuk, selanjutnya, mikrokontroller memproses data cahaya yang terdeteksi. Jika cahaya berhasil terbaca, maka data tersebut akan ditransmisikan dari LoRa pemancar (*transmitter*) ke LoRa penerima (*receiver*). Tetapi, jika data tidak berhasil terbaca atau tidak

dapat diproses oleh mikrokontroler, sistem akan kembali ke Langkah mendeteksi cahaya untuk melakukan pengulangan dalam mendeteksi cahaya. Setelah data berhasil dideteksi, data akan dikirimkan melalui komunikasi LoRa *transmitter* ke LoRa *gateway (receiver)*, dan proses pengiriman data pada *node transmitter* selesai.

- ***Node receiver***

Pada *flowchart node receiver*, tahapan-tahapan terkait penerimaan, pengelolaan, dan publikasi data dari *node transmitter* yang ditampilkan pada *dashboard* sistem *monitoring* LPJU dapat dijelaskan sebagai berikut pada tahap pertama, mempersiapkan penerimaan data yang dikirim dari *node transmitter*, persiapan ini mencakup pengaturan koneksi dan komunikasi antara pengirim dan penerima. Jika data berhasil diterima, langkah selanjutnya adalah menyimpan dan memproses data tersebut pada mikrokontroler. Namun, ketika data tidak berhasil diterima, proses akan kembali ke tahap persiapan untuk terus melakukan upaya penerimaan data dari *node transmitter*. Hasil dari pengolahan data kemudian dikirimkan ke *localhost* server, yang berfungsi sebagai pusat penyimpanan data yang dapat diakses dan dikelola. *Localhost* server kemudian dipublikasikan agar dapat diakses melalui internet. Dengan koneksi internet, *localhost* server dapat dihubungkan, sehingga data dapat tersimpan di dalamnya dan dapat diakses melalui jaringan internet. Data yang dapat diakses melalui internet kemudian ditampilkan dalam *dashboard* sistem *monitoring*.

3.10. Pembuatan Makalah Proyek Akhir

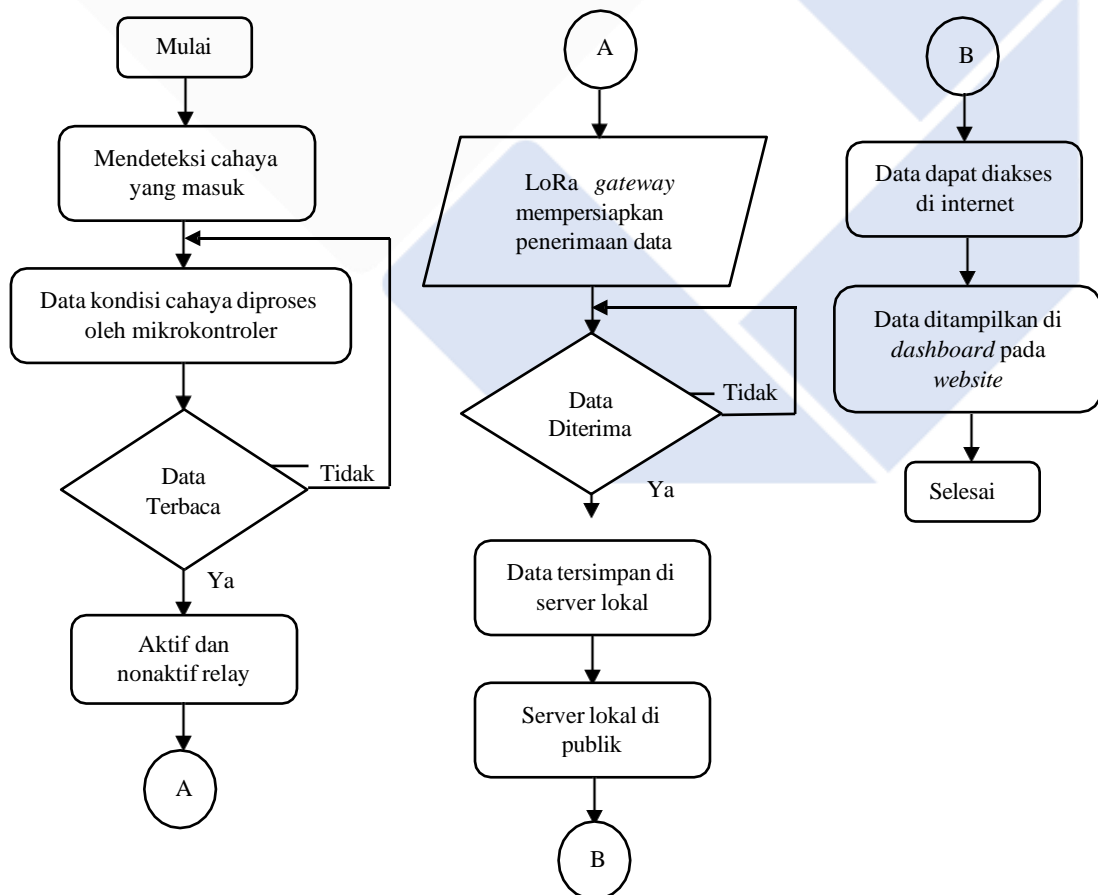
Penyusunan makalah proyek akhir ini merupakan langkah terakhir dalam pembuatan alat proyek akhir. Makalah proyek akhir ini meliputi beberapa bagian, termasuk pendahuluan, landasan teori, metode pelaksanaan, pembahasan serta kesimpulan dan saran, dengan tujuan untuk merangkum dan menyimpulkan keseluruhan proyek akhir yang telah selesai dikerjakan.

BAB IV PEMBAHASAN

Dari bab ini penulis akan membahas serta merinci tahapan-tahapan dalam pembuatan dan pelaksanaan penelitian proyek akhir yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Komunikasi LoRa”. Dalam bab ini akan menjelaskan secara rinci mengenai proses pembuatan dan pengujian alat, baik dalam sistem *hardware* maupun *software* pada proyek akhir.

4.1. Sistem Kerja Keseluruhan Alat

Sistem kerja keseluruhan alat merupakan hasil akhir untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Adapun untuk sistem kerja keseluruhan alat dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini.



Gambar 4. 1 *Flowchart* Sistem Keseluruhan Alat

Sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi lora merupakan sistem yang dibuat untuk memudahkan petugas dalam *me-monitoring* dan mengontrol otomatis keadaan pada lampu. Modul ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai mikrokontroller pada sistem *monitoring* dan kontrol pada LPJU, dimana sebelumnya ESP32 DevKit V1 yang ada pada LoRa penerima (*receiver*) sebagai mikrokontroller telah terhubung dengan *website*, selanjutnya sensor LDR mendeteksi cahaya yang masuk kemudian diproses oleh ESP32 DevKit V1 pemancar (*transmitter*), setelah proses pendeteksi cahaya selesai ESP32 DevKit V1 mengirimkan hasil data deteksi ke LoRa pemancar (*transmitter*), kemudian LoRa pemancar (*transmitter*) mengirimkan sinyal ke LoRa penerima (*receiver*) dan diterima oleh LoRa penerima (*receiver*), kemudian sinyal beserta data diteruskan dan diolah oleh modul ESP32 DevKit V1 yang ada pada LoRa penerima (*receiver*) dan hasil pengolahan diteruskan ke *localhost* server untuk menampilkan data kondisi dan lokasi LPJU, serta nilai-nilai dari sensor LDR. Untuk mengaktifkan dan menonaktifkan LPJU secara otomatis menggunakan LDR sebagai kontak salkar otomatis.

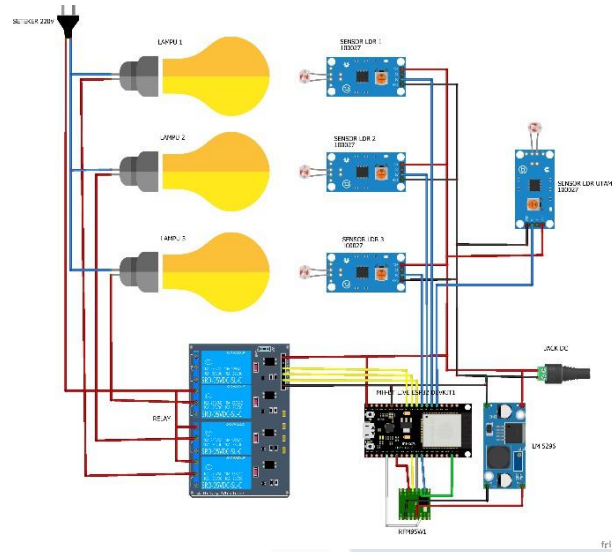
Sistem ini dapat menampilkan kondisi dan lokasi pada lampu penerangan jalan umum yang mengalami kerusakan pada tampilan *website*. Dengan tiga buah lampu AC yang digunakan sebagai beban pada masing-masing LPJU.

4.2. Hasil Pembuatan *Hardware* Alat Sisitem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis LPJU Dengan Komunikasi LoRa

Adapun hasil dari pembuatan *hardware* pada sistem *monitoring* dan kontrol LPJU dengan komunikasi LoRa ini meliputi hasil kontruksi mekanik dan hasil rangkaian kontrol yang telah selesai dibuat.

4.2.1. Rangkaian Elektrik (Rangkaian Kontrol)

Rangkaian elektrik dibuat berdasarkan rancangan desain pada sistem kontrol alat yang telah selesai dibuat sebelumnya. Rangkaian kontrol terdiri dari dua rangkaian sistem, yaitu rangkaian sistem *transmitter* dan rangkaian *receiver*. Adapun gambar dari *wiring* rangkaian elektrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 2 Wiring Rangkaian Kontrol LPJU Pada *Transmitter*

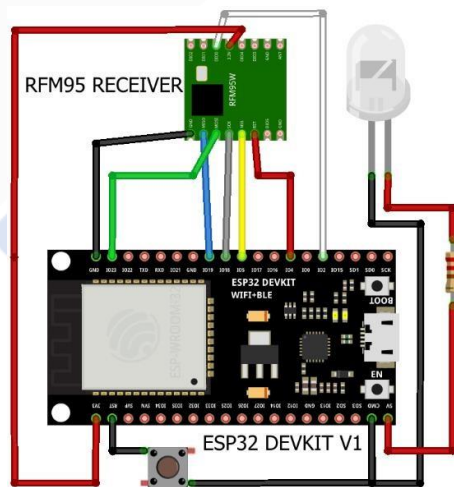
Rangkaian diatas merupakan rangkaian utama pada rangkaian kontrol ini yaitu antara ESP32 DevKit V1 dengan LoRa *transmitter* (pengirim), yang menjadi jembatan untuk mengirimkan data hasil pendeteksi cahaya dari sensor LDR ke LoRa *receiver* (penerima). Adapun fungsi dari rangkaian kontrol pada sistem *transmitter* ini untuk mengirimkan data hasil pendeteksi cahaya yang telah diproses oleh ESP32 DevKit V1 pada LoRa *transmitter* ke LoRa *receiver*.

Adapun konfigurasi pin pada *wiring* pada rangkain kontrol LPJU pada *transmitter* bisa dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 1 Konfigurasi Pin Pada Wiring Rangkaian Kontrol LPJU Pada *Transmitter*

ESP 32 DevKit V1	Pin	Komponen
	Sensor Cahaya	LoRa <i>Transmitter</i>
5V	5V	5V
GND	GND	GND
3.3V		3.3V
IO2		DIO0
		<i>Relay</i>
		5V
		GND

IO14		RST	
IO5		NSS	
IO18		SCK	
IO19		MISO	
IO23		MOSI	
IO25			INT 1
IO26			INT 2
IO27			INT 3
IO32	A0 LDR 3		
IO33	A0 LDR 2		
IO34	A0 LDR 1		
IO35	A0 LDR Utama		



Gambar 4. 3 Rangkaian Kontrol LPJU Pada *Receiver*

Adapun fungsi dari rangkaian kontrol pada sistem *gateway (receiver)* ini untuk menerima hasil data dari sistem *transmitter*. Data yang diterima di proses oleh esp32 DevKit V1 pada sistem *receiver*, Kemudian hasil pengolahan data dikirimkan ke server *localhost* yang berfungsi sebagai pusat penyimpanan data yang dapat diakses dan dikelola dengan internet. Hasil data yang dapat diakses di internet dapat ditampilkan dalam *dashboard* pada sistem *monitoring LPJU*.

konfigurasi pin pada *wiring* pada rangkaian kontrol LPJU pada *receiver* bisa dilihat pada tabel dibawah.

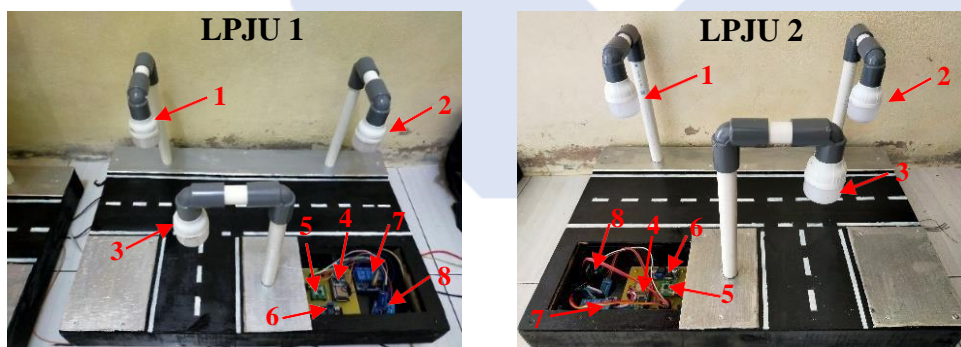
Tabel 4. 2 Konfigurasi Pin Pada Wiring Rangkaian Kontrol LPJU Pada *Receiver*

ESP 32 DevKit V1	Pin LoRa <i>Receiver</i>
GND	GND
3.3V	3.3V
IO2	DIO0
IO14	RST
IO5	NSS
IO18	SCK
IO19	MISO
IO23	MOSI

Tabel diatas merupakan konfigurasi pin-pin pada komponen yang digunakan, dan dihubungkan ke ESP32 DevKit V1 sebagai mikrokontroler pada rangkaian *receiver*.

4.2.2. Kontruksi Mekanik

Kontruksi mekanik merupakan pemasangan seluruh alat dan komponen yang telah selesai dibuat. Adapun hasil dari pembuatan kontruksi mekanik dapat dilihat pada gambar dibawah.



a) Kontruksi LPJU 1

b) Kontruksi LPJU 2

Gambar 4. 4 Rangkaian Kontrol LPJU Pada *Receiver*

Adapun alat kontruksi mekanik pada proyek akhir untuk *monitoring* dan kontrol lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa ini dibuat dari

desain rancangan elektrik pada aplikasi *fritzing* sebelumnya. Untuk keterangan dari setiap komponen yang digunakan dan fungsinya bisa dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 3 Keterangan dari komponen yang digunakan beserta fungsinya

No	Nama Komponen	Fungsinya
1	Lampu 1	Sebagai beban lampu 1
2	Lampu 2	Sebagai beban lampu 2
3	Lampu 3	Sebagai beban lampu 3
4	ESP 32 DevKit V1	Sebagai pemroses hasil data pendeteksi cahaya dan dikirim ke lora <i>transmitter</i>
5	LoRa RFM95	Sebagai pengirim sinyal hasil pendeteksi cahaya ke lora <i>gateway (receiver)</i>
6	LM5296	Sebagai penurun tegangan
7	<i>Relay</i>	Sebagai aktif dan non aktif lampu
8	Sensor LDR	Sebagai pendeteksi cahaya yang masuk

4.3. Pengujian

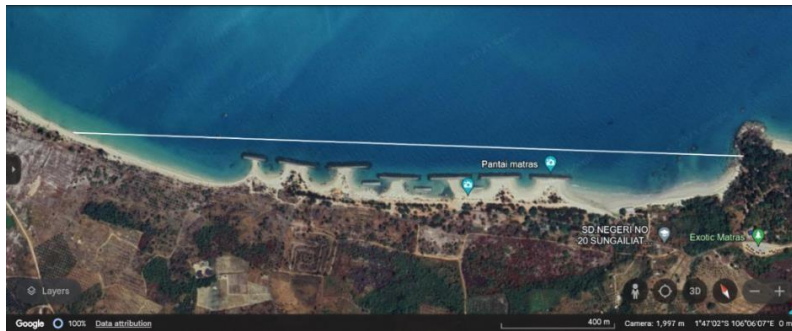
4.3.1. Pengujian Modul LoRa RFM95

Pengujian ini dilakukan menggunakan modul LoRa RFM95, dimana modul LoRa 1 sebagai *transmitter* (pengirim) dan modul Lora 2 sebagai *receiver* (penerima). Komunikasi LoRa terbagi menjadi dua jenis pengujian, yaitu secara *line of sight (LOS)* dan *non line of sight (Non-LOS)*.

4.3.1.1. Pengujian Komunikasi LoRa Secara *Line Of Sight (LOS)*

Pengujian pada kondisi *line of sight* merupakan situasi dimana antara *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima) tidak ada hambatan yang menghalangi pandangan langsung keduanya. Pengujian ini menggunakan antenna 3dBi dan pengambilan data dilakukan ditempat yang tidak terdapat gangguan dalam

pengiriman sinyal, dimana pengujian ini dilakukan dari pantai jambosag sampai pantai matras. Dalam pengujian ini data yang dikirimkan dan dibaca adalah sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk mencari nilai RSSI pada LPJU 1 dan LPJU 2. Pengujian kondisi LOS bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 5 Pengujian LoRa Secara LOS

Pada gambar 4.5 diatas merupakan pengujian komunikasi LoRa pada kondisi LOS, Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa kondisi LOS pada LPJU 1 dan LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 4 Proses Pengiriman LoRa (*transmitter*) Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi LOS

LoRa Transmitter Pada LPJU 1				
Jarak (m)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
100	82	88	87	85
200	86	87	87	86
600	88	89	90	88
1500	82	84	85	86
2000	90	96	95	90

Tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *transmitter* pada LPJU 1. Sistem *transmitter* diatas sukses dalam memproses dan mengirimkan data ke sistem *receiver* dengan data yang dikirimkan berupa nilai dari sensor LDR.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *receiver* pada LPJU 1 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 5 Proses LoRa *Gateway (Receiver)* Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi LOS

Jarak (m)	LoRa Gateway (Receiver) Pada LPJU 1				
	RSSI (dBm)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
100	-87	82	88	87	85
200	-87	86	87	87	86
600	-95	88	89	90	88
1500	-92	82	84	85	86
2000	-106	90	96	95	90

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *receiver*. Dimana proses penerimaan data dari sistem *transmitter* ke sistem *receiver* sukses diterima dengan baik, dan data yang diterima berupa nilai dari sensor LDR.

Pengujian LoRa pada LPJU 1 dengan kondisi LOS didapatkan hasil kurang stabil dengan hasil data yang sama pada proses *transmitter* dan *gateway*, karena selama proses pengiriman adanya *delay* beberapa detik dari data LoRa *transmitter* ke LoRa *gateway (receiver)* dan data sukses terkirim, semakin bertambahnya jarak nilai negatif (-) pada RSSI yang didapatkan semakin besar dan rentan terhadap gangguan.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa kondisi LOS pada LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 6 Proses Pengiriman LoRa (*transmitter*) Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi LOS

Jarak (m)	LoRa Transmitter Pada LPJU 2			
	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
100	88	90	90	89

200	91	83	99	83
600	94	74	74	80
1500	87	94	94	40
2000	90	95	95	92

Tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *transmitter* pada LPJU 2. Sistem *transmitter* diatas sukses dalam memproses dan mengirimkan data ke sistem *receiver* dengan data yang dikirimkan berupa nilai dari sensor LDR.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *receiver* pada LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 7 Proses LoRa *Gateway (Receiver)* Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi LOS

Jarak (m)	LoRa Gateway (Receiver) Pada LPJU 2				
	RSSI (dBm)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
100	-89	88	90	90	89
200	-95	91	83	99	83
600	-95	94	74	99	80
1500	-96	88	94	88	41
2000	-107	90	95	82	92

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *receiver* di LPJU 2. Dimana proses penerimaan data dari sistem *transmitter* ke sistem *receiver* sukses diterima dengan baik, dan data yang diterima berupa nilai dari sensor LDR.

Pengujian LoRa pada LPJU 2 dengan kondisi LOS didapatkan hasil yang stabil tetapi ada beberapa data yang tidak sama karena adanya *delay* selama proses pengiriman data dari LoRa *transmitter* ke LoRa *gateway (receiver)*. Dimana pada jarak 600m sampai dengan 2000m pada proses pengiriman data pada *transmitter* ke

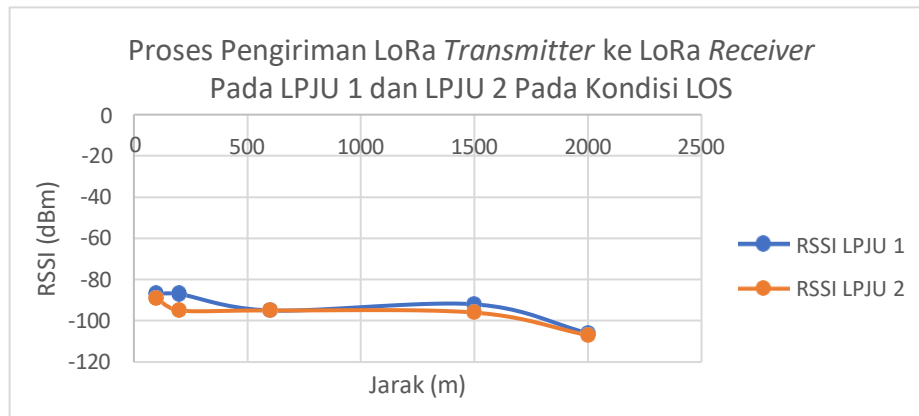
gateway (receiver) terdapat perbedaan hasil penerimaan data dikarenakan adanya faktor *delay* yang mempengaruhi selama proses pengiriman data tetapi data tetap sukses terkirim, dan semakin jauh jarak yang diuji semakin besar nilai negatif (-) RSSI yang didapatkan dan rentan terhadap gangguan.

Berikut hasil pengujian komunikasi LoRa pada LPJU1 dan LPJU2 terhadap kondisi LOS dengan data yang dikirim dan diterima adalah pendeteksian cahaya dari sensor LDR untuk mencari nilai RSSI pada LPJU1 dan LPJU2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Nilai RSSI Komunikasi LoRa Pada LPJU1 dan LPJU2 Pada Kondisi LOS

Jarak (m)	RSSI (dBm)	
	LPJU 1	LPJU 2
100	-87	-89
200	-87	-95
600	-95	-95
1500	-92	-96
2000	-106	-107

Tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada LPJU 1 dan LPJU 2 kondisi LOS untuk mendapatkan nilai RSSI dari masing-masing LPJU. Dimana data yang ditransmisikan dan diterima adalah sensor cahaya LDR. Adapun grafik pada tabel diatas bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 6 Proses Pengiriman Data Dari LoRa *Transmitter* ke LoRa *Receiver* Pada LPJU 1 dan LPJU 2 Kondisi LOS

Dari grafik diatas, dapat diketahui bahwa proses pengiriman LoRa *transmitter* Ke LoRa *receiver* sukses terkirim dan mendapatkan data RSSI yang cukup baik. Nilai RSSI yang didapatkan pada LPJU 1 dan LPJU 2 cukup stabil ketika pengujian jarak ditambahkan. pada jarak 2000 meter dengan nilai RSSI LPJU1 sebesar -106dBm dan RSSI LPJU2 sebesar -107dBm, telah menunjukkan bahwa pada komunikasi LoRa jarak sangat penting dan berpengaruh karena pada jarak yang jauh, komunikasi LoRa mulai rentan dengan gangguan dan adanya halangan yang menyebabkan nilai RSSI kurang baik.

4.3.1.2. Pengujian Komunikasi LoRa Secara *Non-Line Of Sight*

Pada pengujian LoRa dalam kondisi *Non-LOS*, situasi dimana terdapat halangan antara pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*), seperti rumah, pohon, bangunan dan pilar yang dapat menghalangi pandangan langsung antar kedua LoRa, dengan menggunakan antenna 3dBi. Dimana pengujian ini diambil dari kost penulis sampai dengan jalanan pada jarak 30 meter pada malam hari. Dalam pengujian ini data yang akan dikirimkan dan diterima adalah pendeteksian cahaya yang masuk dari sensor LDR untuk mencari nilai RSSI pada LPJU 1 dan LPJU 2. Adapun hasil pengujian dari komunikasi LoRa secara *Non-LOS* pada LPJU 1 dan LPJU 2 dapat dilihat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 9 Proses Pengiriman LoRa (*transmitter*) Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi Non-LOS

LoRa Transmitter Pada LPJU 1				
Jarak (m)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
1	1	1	1	1
3	1	1	1	1
6	1	25	1	1
15	65	97	37	10
30	81	58	52	28

Tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *transmitter* pada LPJU 1 pada kondisi *Non-LOS*. Sistem *transmitter* diatas sukses dalam memproses dan mengirimkan data ke sistem *receiver* dengan data yang dikirimkan berupa nilai dari sensor LDR.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa kondisi *Non-LOS* pada sistem *receiver* LPJU 1 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 10 Proses LoRa gateway (*Receiver*) Terhadap LPJU 1 Pada Kondisi Non-LOS

LoRa Gateway (Receiver) Pada LPJU 1					
Jarak (m)	RSSI (dBm)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
1	-46	1	1	1	1
3	-59	1	1	1	1
6	-77	37	84	81	81
15	-80	98	93	88	62
30	-105	54	44	63	48

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *receiver* dengan kondisi *Non-LOS* LPJU 1. Dimana proses penerimaan data dari sistem *transmitter* ke sistem *receiver* sukses diterima dengan baik, dan data yang diterima berupa nilai dari sensor LDR.

Dimana hasil pengiriman data sukses terkirim dari LoRa *transmitter* ke LoRa *gateway* pada LPJU 1 dengan nilai data yang sangat bervariasi. Penyebab dari hasil nilai data yang bervariasi dapat dipengaruhi beberapa faktor pada saat pengujian, terutama adalah gangguan komunikasi antara *node transmitter* dan *node receiver* serta *delay* yang dapat menghambat proses pengiriman data. Dalam pengujian *Non-LOS*, gangguan yang muncul berasal dari hambatan fisik seperti dinding bangunan dan lain-lain.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa kondisi *Non-LOS* pada LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 11 Proses Pengiriman LoRa (*transmitter*) Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi Non-LOS

LoRa Transmitter Pada LPJU 2				
Jarak (m)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
1	1	1	1	1
3	1	1	1	1
6	1	1	1	1
15	5	6	6	18
30	58	95	95	84

Tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *transmitter* pada LPJU 2 pada kondisi *Non-LOS*. Sistem *transmitter* diatas sukses dalam memproses dan mengirimkan data ke sistem *receiver* dengan data yang dikirimkan berupa nilai dari sensor LDR.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa kondisi *Non-LOS* pada sistem *receiver* LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 12 Proses LoRa *Receiver* Terhadap LPJU 2 Pada Kondisi Non-LOS

Jarak (m)	LoRa Gateway (<i>Receiver</i>) Pada LPJU 2				
	RSSI (dBm)	Nilai LDR Utama	Nilai LDR 1	Nilai LDR 2	Nilai LDR 3
1	-45	1	1	16	1
3	-60	1	1	7	1
6	-72	1	1	1	1
15	-83	70	37	94	50
30	-93	76	92	64	49

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada sistem *receiver* kondisi *Non-LOS* di LPJU 2. Dimana proses penerimaan data dari sistem *transmitter* ke sistem *receiver* sukses diterima dengan baik, dan data yang diterima berupa nilai dari sensor LDR.

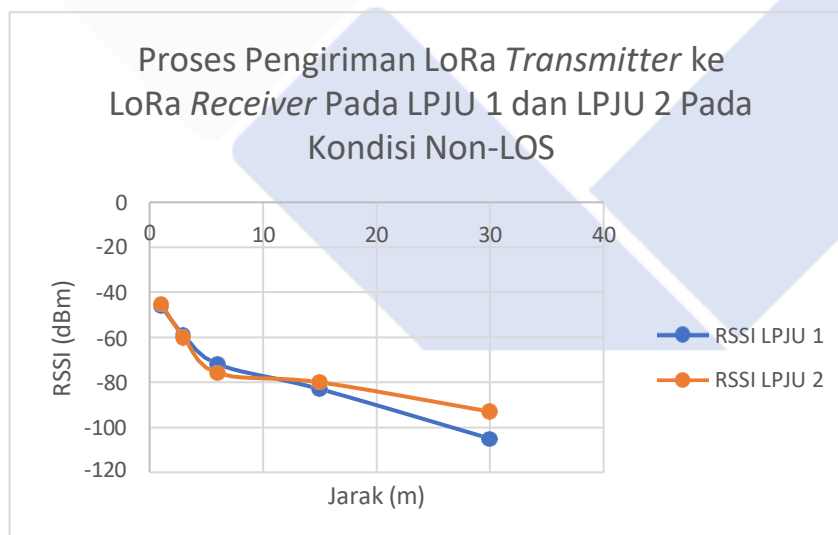
Dimana pengujian pada kondisi *Non-LOS* LPJU 2 didapatkan hasil yang bervariasi. Penyebab dari hasil nilai data yang bervariasi dapat dipengaruhi beberapa faktor pada saat pengujian, terutama adalah gangguan komunikasi antara *node transmitter* dan *node receiver* serta *delay* yang menghambat proses pengiriman data. Dalam pengujian *Non-LOS* faktor gangguan didapatkan dari hambatan fisik seperti dinding bangunan.

Adapun hasil pengujian komunikasi LoRa pada LPJU 1 dan LPJU 2 terhadap kondisi *Non-LOS* dengan data yang dikirim dan diterima adalah nilai dari sensor LDR untuk mencari nilai RSSI pada LPJU 1 dan LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 13 Proses Pengiriman LoRa (*transmitter*) ke LoRa (*receiver*) Terhadap LPJU 1 dan LPJU 2 Pada Kondisi Non-LOS

Jarak (m)	RSSI (dBm)	
	LPJU 1	LPJU 2
1	-46	-45
3	-59	-60
6	-77	-72
15	-80	-83
30	-105	-93

Tabel diatas merupakan hasil pengujian komunikasi LoRa pada LPJU 1 dan LPJU 2 kondisi *Non-LOS* untuk mendapatkan nilai RSSI dari masing-masing LPJU. Dimana data yang ditransmisikan dan diterima adalah nilai dari sensor LDR. Adapun grafik pada tabel diatas bisa dilihat pada gambar dibawah.



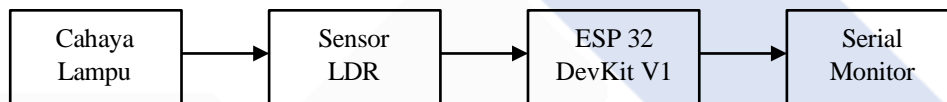
Gambar 4. 7 Proses Pengiriman Data Dari LoRa *Transmitter* ke LoRa *Receiver* Pada LPJU 1 dan LPJU 2 Kondisi Non-LOS

Dari grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai RSSI pada LPJU 1 dan LPJU 2 menunjukkan kualitas komunikasi yang baik, serta sensor data berhasil

terkirim pada jarak 1 hingga 6 meter. Namun, terdapat penurunan kualitas penerimaan sinyal LoRa pada jarak 15 hingga 30 meter, dengan nilai RSSI sebesar -80 pada LPJU1 dan -83 pada LPJU2 pada jarak 15 meter, serta -105 pada LPJU1 dan -93 pada LPJU2 dengan jarak 30 meter. Pada pengujian ini, jarak dan gangguan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas penerimaan sinyal (RSSI).

4.3.2. Pengujian Modul Sensor LDR

Tujuan pengujian modul sensor LDR adalah untuk mengetahui sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak dalam kondisi adanya cahaya dari lampu AC. Blok diagram dalam pengujian sensor cahaya LDR bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 8 Blok Diagram Pengujian Sensor Cahaya LDR

Pada blok diagram diatas merupakan pengujian yang akan dilakukan pada sensor cahaya LDR, untuk mengetahui sensor LDR berfungsi dengan baik atau tidak. Adapun hasil pengujian sensor cahaya LDR pada LPJU 1 dan LPJU 2 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Dari Sensor Cahaya LDR Pada LPJU1

Waktu Pengujian	Kondisi Lampu	Hasil Nilai ADC LDR pada Serial Monitor	Nilai Lux Meter
Pagi	Padam	<pre> 05:31:57.293 -> NILAI DATA LDR LPJU 1 05:31:57.341 -> Nilai LDR Utama: 1 05:31:57.341 -> Nilai LDR Lampu1: 1 Lampu 1 Mati 05:31:57.388 -> Nilai LDR Lampu2: 1 Lampu 2 Mati 05:31:57.436 -> Nilai LDR Lampu3: 1 Lampu 3 Mati 05:31:57.484 -> NILAI RSSI LPJU1:-60 </pre>	37,8 lux
Malam	Hidup	<pre> 22:09:18.339 -> NILAI DATA LDR LPJU 1 22:09:18.339 -> Nilai LDR Utama: 1 22:09:18.386 -> Nilai LDR Lampu1: 4096 Lampu 1 Hidup 22:09:18.433 -> Nilai LDR Lampu2: 4096 Lampu 2 Hidup 22:09:18.480 -> Nilai LDR Lampu3: 4096 Lampu 3 Hidup 22:09:18.480 -> NILAI RSSI LPJU1:-47 </pre>	153,3 lux

Tabel diatas merupakan hasil pengujian sensor LDR pada LPJU 1, hasil pengujian didapatkan bahwa sensor LDR dapat berfungsi dengan baik pada pagi dan malam hari ketika adanya cahaya yang masuk ke sensor LDR.

Adapun hasil pengujian sensor cahaya LDR pada LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Dari Sensor Cahaya LDR Pada LPJU 2

Waktu Pengujian	Kondisi Lampu	Hasil Nilai ADC LDR pada Serial Monitor	Nilai Lux Meter
Pagi	Padam	<pre>05:34:29.126 -> NILAI DATA LDR LPJU 2 05:34:29.173 -> Nilai LDR Utama: 1 05:34:29.173 -> Nilai LDR Lampu1: 1 Lampu 1 Mati 05:34:29.220 -> Nilai LDR Lampu2: 1 Lampu 2 Mati 05:34:29.267 -> Nilai LDR Lampu3: 55 Lampu 3 Mati 05:34:29.314 -> NILAI RSSI LPJU2:-52</pre>	43,2 lux
Malam	Hidup	<pre>22:13:26.322 -> NILAI DATA LDR LPJU 2 22:13:26.322 -> Nilai LDR Utama: 1 22:13:26.370 -> Nilai LDR Lampu1: 4096 Lampu 1 Hidup 22:13:26.370 -> Nilai LDR Lampu2: 4096 Lampu 2 Hidup 22:13:26.417 -> Nilai LDR Lampu3: 4096 Lampu 3 Hidup 22:13:26.464 -> NILAI RSSI LPJU2:-46</pre>	151 lux

Tabel diatas merupakan hasil pengujian sensor LDR pada LPJU 2, hasil pengujian didapatkan bahwa sensor cahaya LDR dapat berfungsi dengan baik pada pagi dan malam hari ketika adanya cahaya yang masuk ke sensor LDR.

4.4. Pengujian Sistem *Software Database* Untuk Monitoring LPJU

Pengujian pada sistem *software* ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang telah selesai dibuat dapat beroperasi sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian sistem ini dilakukan melalui sistem kontrol IoT, yang dibuat berdasarkan rancangan tampilan *interface* yang telah selesai dibuat sebelumnya. Adapun hasil pengujian dari sistem *software database* untuk *monitoring* LPJU dengan komunikasi LoRa ini akan dibahas sebagai berikut:

4.4.1. Menampilkan Data Sensor LDR dan Kondisi LPJU

Pengujian ini dilakukan untuk pengambilan data terhadap intensitas cahaya dengan beban 3 buah lampu pada masing-masing LPJU dari modul sensor LDR dan LDR utama. Kemudian data ditransmisikan ke *node receiver* dan ditampilkan ke *dashboard monitoring* untuk mengetahui kondisi dan lokasi LPJU serta nilai-nilai pada sensor LDR. Kemudian hasil pengujian di tampilkan pada gambar *dashboard monitoring*. Adapun tampilan pada sistem *monitoring* LPJU 1 dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 9 Tampilan Sistem *Monitoring* Pada LPJU 1

Pada gambar diatas merupakan tampilan sistem *monitoring* pada LPJU 1, Pada tampilan sistem *monitoring* diatas petugas dapat me-*monitoring* jika terjadi kerusakan pada setiap lampu dari LPJU 1, dan mempermudah petugas dalam membaca nilai pada setiap sensor LDR dimana *range* pada nilai sensor LDR memiliki arti yang berbeda. Petugas hanya dapat me-*monitoring* LPJU pada malam hari, karena pada siang hari LPJU akan otomatis mati karena pengaruh dari sensor cahaya LDR.

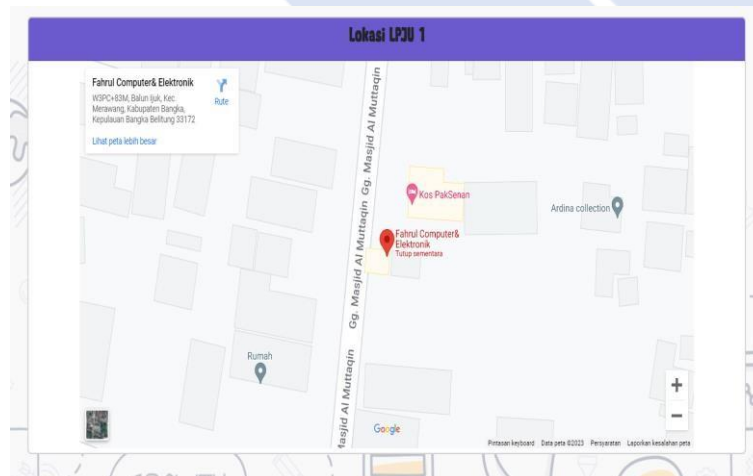
Adapun tampilan pada sistem *monitoring* LPJU 2 dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 10 Tampilan Sistem *Monitoring* Pada LPJU 2

Gambar diatas merupakan tampilan sistem *monitoring* pada LPJU 2, Pada tampilan sistem *monitoring* diatas petugas dapat me-*monitoring* jika terjadi kerusakan pada setiap lampu dari LPJU 2 dan mempermudah petugas dalam membaca nilai pada setiap sensor LDR dimana *range* pada nilai sensor LDR memiliki arti yang berbeda. Petugas hanya dapat me-*monitoring* LPJU pada malam hari, karena pada siang hari LPJU akan otomatis mati karena pengaruh dari sensor LDR.

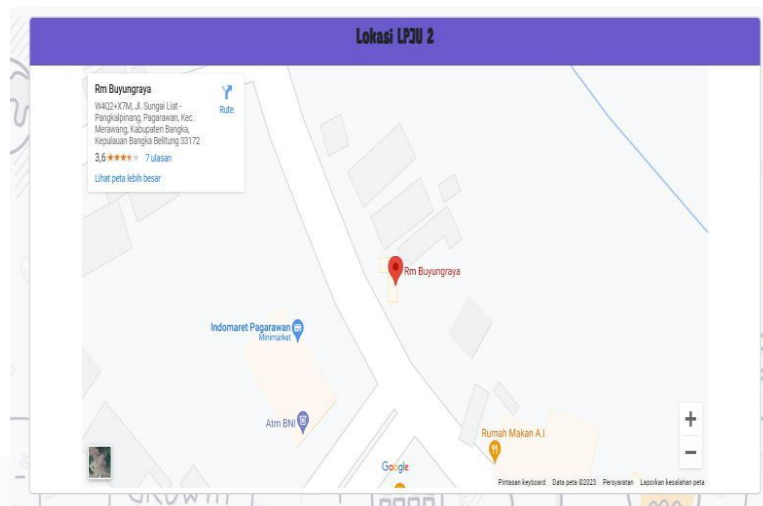
Adapun tampilan untuk melihat lokasi LPJU jika mengalami kerusakan dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 11 Tampilan Lokasi Sistem *Monitoring* Pada LPJU 1

Gambar diatas merupakan tampilan pada sistem *monitoring* untuk melihat lokasi pada LPJU 1 ketika terjadi kerusakan pada LPJU 1.

Adapun tampilan lokasi pada LPJU 2 ketika terjadi kerusakan pada LPJU 2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 12 Tampilan Lokasi Sistem *Monitoring* Pada LPJU 2

Gambar diatas merupakan tampilan pada sistem *monitoring* untuk melihat lokasi pada LPJU 2 ketika terjadi kerusakan pada LPJU 2.

4.5. Pengujian Prototipe Secara Keseluruhan

Pengujian kontruksi sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem *monitoring* dan kontrol otomatis pada proyek akhir ini sesuai dengan fungsinya. Dalam pengujian prototipe secara keseluruhan ini dilakukan dengan Pengujian *monitoring* kondisi dan lokasi pada lampu penerangan jalan umum (LPJU) yang dapat dilihat pada tampilan *website*.

Pengujian *monitoring* keadaan pada lampu penerangan jalan umum ini dilakukan untuk mengetahui kondisi atau keadaan lampu apabila terjadi kerusakan pada LPJU dengan melihat hasil dari *monitoring* kondisi lampu melalui *website*.

Adapun hasil pengujian keseluruhan sistem pada LPJU 1 dan LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 16 Hasil pengujian keseluruhan sistem pada LPJU 1

Input (LPJU 1)			Output (Tampilan <i>website</i>)		
Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3	Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3
Padam	Hidup	Hidup	Padam	Hidup	Hidup
Hidup	Padam	Hidup	Hidup	Padam	Hidup
Hidup	Hidup	Padam	Hidup	Hidup	Padam

Tabel diatas merupakan hasil keseluruhan sistem pada LPJU 1. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan diantara input LPJU 1 pada sistem kontrol dengan hasil output di tampilan *website* pada sistem *monitoring*, yang telah dirancang untuk mengetahui kondisi dan lokasi LPJU yang mengalami kerusakan.

Adapun hasil pengujian keseluruhan sistem pada LPJU 2 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 17 Hasil pengujian keseluruhan sistem pada LPJU 2

Input (LPJU 2)			Output (Tampilan <i>website</i>)		
Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3	Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3
Padam	Hidup	Hidup	Padam	Hidup	Hidup
Hidup	Padam	Hidup	Hidup	Padam	Hidup
Hidup	Hidup	Padam	Hidup	Hidup	Padam

Tabel diatas merupakan hasil keseluruhan sistem pada LPJU 2 dan hasil pengujian sama dengan LPJU 1. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan diantara input LPJU 2 pada sistem kontrol dengan hasil output pada tampilan *website* pada sistem *monitoring*, yang telah dirancang untuk mengetahui kondisi dan lokasi LPJU yang mengalami kerusakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan fungsi konstruksi alat pada proyek akhir dengan judul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Otomatis Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Komunikasi LoRa” ini didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Rancangan sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, keberlanjutan dan keamanan dalam penerangan jalan umum.
2. Pembuatan sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa telah membuktikan kemampuannya dalam memberikan solusi efisiensi dan hemat energi.
3. Pengujian keseluruhan sistem didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Pada transmisi nirkabel dengan menggunakan komunikasi LoRa untuk mengirim dan menerima data dari sensor LDR di dapatkan keberhasilan yang baik, yang dapat dibuktikan dengan seluruh pengiriman data dapat diterima dengan baik pada kondisi LOS (*Line of Sight*) sampai dengan jarak 2000 meter dengan *delay* penerimaan beberapa detik. Tetapi pada kondisi Non-LOS komunikasi LoRa kurang optimal dalam pengiriman dan penerimaan data, yang hanya dapat mengirimkan dan menerima data dengan jarak 30 meter karena terdapat halangan fisik, seperti pohon dan bangunan pada proses pengiriman data.
 - b. Sensor LDR dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi cahaya, Dimana pada kondisi terang didapatkan nilai sebesar 37.8 lux pada LPJU 1 dan 43.2 lux pada LPJU 2, sedangkan pada kondisi gelap didapatkan nilai sebesar 153.3 lux pada LPJU 1 dan 151 lux pada LPJU 2.

5.2. Saran

Dari proyek akhir yang telah selesai dibuat, ada beberapa saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan proyek akhir ini, yaitu:

1. Untuk kedepannya diharapkan dapat mengembangkan sistem kontrol secara manual untuk mengaktifkan dan menonaktifkan LPJU melalui *website*.
2. Untuk pengembangan sistem *monitoring* diharapkan pembuatan *website* yang lebih kompleks, untuk memaksimalkan kinerja dari sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan komunikasi LoRa.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk membuat sistem *monitoring* dan kontrol otomatis lampu penerangan jalan umum dengan menggunakan antenna dan spesifikasi LoRa yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. A. Suyadnya, “Rancang Bangun Alat Monitoring Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Mikrokontroler dengan Notifikasi SMS,” vol. 2, no. 2, pp. 90–99, 2018.
- [2] P. Studi, T. Elektro, and F. Teknik, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LAMPU,” vol. 6, no. 4, pp. 51–57, 2019.
- [3] R. R. Yacoub *et al.*, “No Title,” pp. 1–11.
- [4] A. A. Nurhadi, D. Darlis, and M. A. Murti, “Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT,” vol. 13, no. 1, 2021.
- [5] D. P. Buwana, S. Setiawidayat, P. Studi, T. Elektro, and U. W. Malang, “Sistem Pengendalian Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Melalui Jaringan Internet Berbasis Android,” vol. 3, no. 3, pp. 149–154, 2018, doi: 10.31328/jo.
- [6] L. Lorawan, “IoT Devices and Applications based on,” 2020.
- [7] J. Komputer and A. A. Faizal, “Analisis Kinerja QoS LoRa pada Berbagai Faktor Penyebaran di Indonesia,” 2018.
- [8] H. H. Banda, H. A. Kusuma, and S. Nugraha, “Online ISSN 2746-8461,” pp. 37–43, 2021.
- [9] F. Ugm and F. Ugm, “Sistem Deteksi Kendaraan Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Medan Magnet Berbasis Komunikasi,” vol. 12, no. 2, pp. 157–168, 2022.
- [10] P. Devi, D. Istianti, S. Y. Prawiro, N. Bogi, A. Karna, and I. A. Nursafa, “Analisis Performansi Teknologi Akses LPWAN LoRa Antares Untuk Komunikasi Data End Node,” pp. 24–25, 2019.
- [11] M. S. D. Nubatonis, H. F. J. Lami, and S. I. Pella, “KUALITAS SINYAL

DAN KINERJA JARINGAN DATA ANTAR LORA GATEWAY RFM95,” vol. 9, no. 1, pp. 37–41, 2023.

- [12] R. Muhendra, N. I. Kreshnaviyanto, and A. Amin, “Jaringan Sensor Nirkabel : Studi dan Evaluasi Kinerja LoRa Transmitter dan Long Range Radio Frekuensi (RF) Pada Luar Ruang,” vol. 3, no. 1, pp. 6–12, 2021.
- [13] D. Desmira, “Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i1.4465.
- [14] A. N. Rizqullah, A. S. Budi, and R. Primananda, “Sistem Pemanggil Pelayan LCLE (Low Cost Low Energy) berbasis ESP-,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Vol.*, vol. 7, no. 1, pp. 342–354, 2023.
- [15] W. Studi and K. Desa, “rancang bangun, website, PHP, MySQL, Framework Codeigneter, black box 1.,” vol. 1, 2023.
- [16] I. English, C. Di, C. Tangerang, D. Dido, J. Tj, and J. Suwita, “Mahasiswa STMIK Insan Pembangunan Dosen STMIK Insan Pembangunan pengaplikasian Sistem informasi administrasi pada Intensive English Course Ciledug Mas ? dan membuat Sistem informasi administrasi pada Intensive English Course Ciledug Mas ? 3 . Bagaimana ca,” vol. 8, no. 1, 2020.

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Fahrul Bhaihaki
Tempat, Tanggal Lahir : Balunijuk, 27 Oktober 2002
Alamat Rumah : Gang Al-Muttaqin, Desa Balunijuk
No.Hp : 0812-2386-4545
Email : fahrulbhaihaki7@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|---------------|
| 1. SD Negeri 15 Merawang | Lulus 2014 |
| 2. SMP Negeri 2 Merawang | Lulus 2017 |
| 3. SMK Negeri 2 Pangkalpinang | Lulus 2020 |
| 4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | 2023-sekarang |

3. Pengalaman Kerja

- 1 Praktik IT support SMK Negeri 2 Pangkalpinang
- 2 Kerja instalasi dan welding di CV. Teknik Lintas Negeri

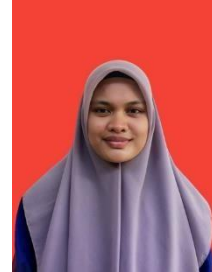
Sungailiat, 16 Januari 2024

Fahrul Bhaihaki

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Lulu Mutialisa
Tempat, Tanggal Lahir : Rajik, 25 Desember 2001
Alamat Rumah : Jalan Pisang, Desa Permis
No.Hp : 0857-5853-0309
Email : lulumutia125@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 8 Simpang Rimba	Lulus 2014
2. SMP Negeri 3 Simpang Rimba	Lulus 2017
3. SMK Negeri 1 Simpang Rimba	Lulus 2020
4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2023-sekarang

3. Pengalaman Kerja

Sungailiat, 16 Januari 2024

Lulu Mutialisa

LAMPIRAN 2

1 Program Receiver/Master

```
/*
  Master Lora Node
  The IoT Projects
*/
#include "WiFi.h"
#include "HTTPClient.h"
#include <SPI.h>          // include libraries
#include <LoRa.h>
const char* ssid = "Tugas Akhir";
const char* pass = "monitoringlora";
const char* host = "192.168.7.206";
//define the pins used by the transceiver module
#define ss 5
#define rst 14
#define dio0 2
byte MasterNode = 0xFF;
byte Node1 = 0xBB;
byte Node2 = 0xCC;
String SenderNode = "";
String outgoing;          // outgoing message
byte msgCount = 0;       // count of outgoing messages
String incoming = "";
// Tracks the time since last event fired
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long int previoussecs = 0;
unsigned long int currentsecs = 0;
unsigned long currentMillis = 0;
int interval = 1 ; // updated every 1 second
```

```

int Secs = 0;
int indikator=13;
int bacaLdr1;
int bacaLdr2;
int ldr1;
int ldrLampu1;
int ldrLampu2;
int ldrLampu3;
int ldr2;
int ldrLampu4;
int ldrLampu5;
int ldrLampu6;
void setup() {
  Serial.begin(9600); // initialize serial
  pinMode(indikator, OUTPUT);
  digitalWrite(indikator, HIGH);
  //cek koneksi
  WiFi.begin(ssid, pass);
  Serial.println("Connecting...");
  while(WiFi.status() !=WL_CONNECTED)
  {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  //apabila berhasil koneksi
  Serial.println("Connected");
  //akhir cek koneksi
  while (!Serial);
  Serial.println("LoRa Master Node");
  LoRa.setPins(ss, rst, dio0);

```

```

if (!LoRa.begin(923E6)) {
  Serial.println("Starting LoRa failed!");
  while (1);
}
}

void loop() {
  currentMillis = millis();
  currentsecs = currentMillis / 1000;
  if ((unsigned long)(currentsecs - previoussecs) >= interval) {
    Secs = Secs + 1;
    //Serial.println(Secs);
    if ( Secs >=11 )
    {
      Secs = 0;
    }
    if ( (Secs >= 1)&& (Secs <= 5))
    {
      String message = "10";
      sendMessage(message, MasterNode, Node1);
    }
    if ( (Secs >= 6 )&& (Secs <= 10))
    {
      String message = "20";
      sendMessage(message, MasterNode, Node2);
    }
    previoussecs = currentsecs;
  }
  // parse for a packet, and call onReceive with the result:
  onReceive(LoRa.parsePacket());
}

void sendMessage(String outgoing, byte MasterNode, byte otherNode) {

```

```

LoRa.beginPacket();          // start packet
LoRa.write(otherNode);      // add destination address
LoRa.write(MasterNode);    // add sender address
LoRa.write(msgCount);      // add message ID
LoRa.write(outgoing.length()); // add payload length
LoRa.print(outgoing);      // add payload
LoRa.endPacket();          // finish packet and send it
msgCount++;                // increment message ID
}

void onReceive(int packetSize) {
  if (packetSize == 0) return; // if there's no packet, return
  // read packet header bytes:
  int recipient = LoRa.read(); // recipient address
  byte sender = LoRa.read(); // sender address
  if ( sender == 0XB8 )
    SenderNode = "Node1:";
  if ( sender == 0XC8 )
    SenderNode = "Node2:";
  byte incomingMsgId = LoRa.read(); // incoming msg ID
  byte incomingLength = LoRa.read(); // incoming msg length
  while (LoRa.available()) {
    incoming += (char)LoRa.read();
  }
  if (incomingLength != incoming.length()) { // check length for error
    //Serial.println("error: message length does not match length");
    ;
    return; // skip rest of function
  }
  // if the recipient isn't this device or broadcast,
  if (recipient != Node1 && recipient != MasterNode) {
    // Serial.println("This message is not for me.");
  }
}

```

```

;
return;          // skip rest of function
}
// awal node 2
if ( sender == 0XCC )
{
String substringku1 = getValue(incoming, ',', 0); // ldr2
String substringku2 = getValue(incoming, ',', 1); // ldrlampu1
String substringku3 = getValue(incoming, ',', 2); // ldrlampu2
String substringku4 = getValue(incoming, ',', 3); // ldrlampu3
ldr2 = substringku1.toInt();
lampu4 = substringku2.toInt();
lampu5 = substringku3.toInt();
lampu6 = substringku4.toInt();
incoming = "";
Serial.println("NILAI DATA LDR LPJU 2");
Serial.println("Nilai LDR Utama: " + String(ldr2));
Serial.print("Kondisi Lampu1: " );
if (lampu4 == HIGH) {
Serial.print(" Lampu 1 Hidup");
}
else {
Serial.print(" Lampu 1 Mati");
}
Serial.println();
Serial.print("Kondisi Lampu2: " );
if (lampu5 == HIGH) {
Serial.print(" Lampu 2 Hidup");
}
else {
Serial.print(" Lampu 2 Mati");
}
}

```

```

}
Serial.println();
Serial.print("Kondisi Lampu3: " );
if (lampu6 == HIGH) {
Serial.print(" Lampu 3 Hidup");
}
else {
Serial.print(" Lampu 3 Mati");
}
Serial.println();
Serial.print("NILAI RSSI LPJU2:");
Serial.print(LoRa.packetRssi());
Serial.println();
Serial.println();
}
if ( sender == 0XBB )
{
String substringku5 = getValue(incoming, ',', 0); // ldr1
String substringku6 = getValue(incoming, ',', 1); // ldrlampu4
String substringku7 = getValue(incoming, ',', 2); // ldrlampu5
String substringku8 = getValue(incoming, ',', 3); // ldrlampu6
ldr1 = substringku5.toInt();
lampu1 = substringku6.toInt();
lampu2 = substringku7.toInt();
lampu3 = substringku8.toInt();
incoming = "";
Serial.println("NILAI DATA LDR LPJU 1");
Serial.println("Nilai LDR Utama: " + String(ldr1));
Serial.print("Kondisi Lampu1: " );
if (lampu1 == HIGH) {
Serial.print(" Lampu 1 Hidup");
}

```



```

}
else {
    Serial.print(" Lampu 1 Mati");
}
Serial.println();
Serial.print("Kondisi Lampu2: ");
if (lampu2 == HIGH) {
    Serial.print(" Lampu 2 Hidup");
}
else {
    Serial.print(" Lampu 2 Mati");
}
Serial.println();
Serial.print("Kondisi Lampu3: ");
if (lampu3 == HIGH) {
    Serial.print(" Lampu 3 Hidup");
}
else {
    Serial.print(" Lampu 3 Mati");
}
Serial.println();
Serial.print("NILAI RSSI LPJU1:");
Serial.print(LoRa.packetRssi());
Serial.println();
Serial.println();
}
// kirim data keserver
WiFiClient client;
// inialisasi port web server default 80
const int httpPort = 80;
if ( ! client.connect(host,httpPort))

```

```

{
    Serial.println("Conection failed");
    return;
}
//kondisi pasti terkoneksi
// kirim data sensor ke web/database
String Link ;
HTTPClient http;
Link = "http://" + String (host) + "/monitoringtalora/kirimdata.php?sensorutama="
+ String(ldr1) + "&ldrsatu=" + String(kondisilampu1) + "&ldrdua=" +
String(kondisilampu2) + "&ldrtiga=" + String(kondisilampu3) + "&sensorkedua="
+ String(ldr2) + "&ldrempat=" + String(kondisilampu4) + "&ldrlima=" +
String(kondisilampu5) + "&ldrenam=" + String(kondisilampu6);
http.begin(Link);
http.GET();
//baca respon setelah berhasil kirim nilai sensor
String respon = http.getString ();
Serial.println(respon);
http.end();
delay(1000);
}
String getValue(String data, char separator, int index)
{
    int found = 0;
    int strIndex[] = { 0, -1 };
    int maxIndex = data.length() - 1;
    for (int i = 0; i <= maxIndex && found <= index; i++) {
        if (data.charAt(i) == separator || i == maxIndex) {
            found++;
            strIndex[0] = strIndex[1] + 1;
            strIndex[1] = (i == maxIndex) ? i + 1 : i;
        }
    }
}

```

```
    }  
  }  
  return found > index ? data.substring(strIndex[0], strIndex[1]) : "";  
}
```



LAMPIRAN 3

1 Program Node1

```
/*
  Lora Node1
  The IoT Projects
*/
#include <SPI.h>           // include libraries
#include <LoRa.h>
#define ss 5
#define rst 14
#define dio0 2
String outgoing;         // outgoing message
byte msgCount = 0;      // count of outgoing messages
byte MasterNode = 0xFF;
byte Node1 = 0xBB;
const int ldr1 = 35;
const int lampu1 = 27;
const int lampu2 = 26;
const int lampu3 = 25;
int bacaLdr1;
int lampu1;
int lampu2;
int lampu3;
String Mymessage = "";
String incoming = "";
void setup() {
  Serial.begin(9600);    // initialize serial
  Serial2.begin(9600);
  pinMode(ldr1, INPUT);
```

```

pinMode(lampu1, OUTPUT);
pinMode(lampu2, OUTPUT);
pinMode(lampu3, OUTPUT);
digitalWrite(lampu1, LOW);
digitalWrite(lampu2, LOW);
digitalWrite(lampu3, LOW);
while (!Serial);
Serial.println("LoRa Node1");
LoRa.setPins(ss, rst, dio0);
if (!LoRa.begin(923E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
}
}
void loop() {
    bacaLdr1 = analogRead(ldr1);
    bacaLdr1 = map(bacaLdr1, 0, 4096, 4096,0);
    Serial.println("DATA LPJU 1");
    Serial.println("Nilai LDR Utama: " + String(bacaLdr1));
    Serial.println("Kondisi Lampu1: " + String(lampu1));
    Serial.println("Kondisi Lampu2: " + String(lampu2));
    Serial.println("Kondisi Lampu3: " + String(lampu3));
    Serial.println();
    if (bacaLdr1 <= 2 ) {
        digitalWrite(lampu1, HIGH);
        digitalWrite(lampu2, HIGH);
        digitalWrite(lampu3, HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(lampu1, LOW);
        digitalWrite(lampu2, LOW);

```

```

    digitalWrite(lampu3, LOW);
  }
  // parse for a packet, and call onReceive with the result:
  onReceive(LoRa.parsePacket());
}
void onReceive(int packetSize) {
  if (packetSize == 0) return;    // if there's no packet, return
  // read packet header bytes:
  int recipient = LoRa.read();    // recipient address
  byte sender = LoRa.read();     // sender address
  byte incomingMsgId = LoRa.read(); // incoming msg ID
  byte incomingLength = LoRa.read(); // incoming msg length

  String incoming = "";
  while (LoRa.available()) {
    incoming += (char)LoRa.read();
  }
  if (incomingLength != incoming.length()) { // check length for error
    // Serial.println("error: message length does not match length");
    ;
    return; // skip rest of function
  }
  // if the recipient isn't this device or broadcast,
  if (recipient != Node1 && recipient != MasterNode) {
    //Serial.println("This message is not for me.");
    ;
    return; // skip rest of function
  }
  Serial.println(incoming);
  int Val = incoming.toInt();
  if (Val == 10)

```

```

{
  Mymessage = Mymessage + bacaLdr1 + "," + lampu1 + "," + lampu2 + "," +
lampu3;
  sendMessage(Mymessage, MasterNode, Node1);
  delay(100);
  Mymessage = "";
}
}
void sendMessage(String outgoing, byte MasterNode, byte Node1) {
  LoRa.beginPacket();          // start packet
  LoRa.write(MasterNode);      // add destination address
  LoRa.write(Node1);          // add sender address
  LoRa.write(msgCount);        // add message ID
  LoRa.write(outgoing.length()); // add payload length
  LoRa.print(outgoing);        // add payload
  LoRa.endPacket();           // finish packet and send it
  msgCount++;                 // increment message ID
}

```

LAMPIRAN 4

1 Program Node 2

```
/*
  Lora Node2
  The IoT Projects
*/
#include <SPI.h>          // include libraries
#include <LoRa.h>
#define ss 5
#define rst 14
#define dio0 2
String outgoing;        // outgoing message
byte msgCount = 0;      // count of outgoing messages
byte MasterNode = 0xFF;
byte Node2 = 0xCC;
const int ldr2 = 35;    // pin ldr dihubungkan ke pin 35
const int lampu4 = 27; // pin relay lampu1 dihubungkan ke pin 27
const int lampu5 = 26; // pin relay lampu2 dihubungkan ke pin 26
const int lampu6 = 25; // pin relay lampu3 dihubungkan ke pin 25
int bacaLdr2;
int lampu4;
int lampu5;
int lampu6;
String Mymessage = "";
String incoming = "";
void setup() {
  Serial.begin(9600);    // initialize serial
  Serial2.begin(9600);
  pinMode(ldr2, INPUT);
  pinMode(lampu4, OUTPUT);
```



```

pinMode(lampu5, OUTPUT);
pinMode(lampu6, OUTPUT);
digitalWrite(lampu4, LOW);
digitalWrite(lampu5, LOW);
digitalWrite(lampu6, LOW);
while (!Serial);
Serial.println("LoRa Node2");
LoRa.setPins(ss, rst, dio0);
if (!LoRa.begin(923E6)) {
  Serial.println("Starting LoRa failed!");
  while (1);
}
}
void loop() {
  bacaLdr2 = analogRead(ldr2);
  bacaLdr2 = map(bacaLdr2, 0, 4096, 4096,0);
  Serial.println("DATA LPJU 2");
  Serial.println("Nilai LDR Utama: " + String(bacaLdr2));
  Serial.println("Nilai LDR Lampu1: " + String(lampu4));
  Serial.println("Nilai LDR Lampu2: " + String(lampu5));
  Serial.println("Nilai LDR Lampu3: " + String(lampu6));
  Serial.println();

  if (bacaLdr2 <= 2 ) {
    digitalWrite(lampu4, HIGH);
    digitalWrite(lampu5, HIGH);
    digitalWrite(lampu6, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(lampu4, LOW);
    digitalWrite(lampu5, LOW);

```

```

    digitalWrite(lampu6, LOW);
}

// parse for a packet, and call onReceive with the result:
onReceive(LoRa.parsePacket());
}

void onReceive(int packetSize) {
    if (packetSize == 0) return;    // if there's no packet, return
    // read packet header bytes:
    int recipient = LoRa.read();    // recipient address
    byte sender = LoRa.read();     // sender address
    byte incomingMsgId = LoRa.read(); // incoming msg ID
    byte incomingLength = LoRa.read(); // incoming msg length
    String incoming = "";
    while (LoRa.available()) {
        incoming += (char)LoRa.read();
    }

    if (incomingLength != incoming.length()) { // check length for error
        // Serial.println("error: message length does not match length");
        ;
        return; // skip rest of function
    }

    // if the recipient isn't this device or broadcast,
    if (recipient != Node2 && recipient != MasterNode) {
        //Serial.println("This message is not for me.");
        ;
        return; // skip rest of function
    }

    Serial.println(incoming);
}

```

```

int Val = incoming.toInt();
if (Val == 20)
{
    Mymessage = Mymessage + bacaLdr2 + "," + lampu4 + "," + lampu5 + "," +
lampu6;
    sendMessage(Mymessage, MasterNode, Node2);
    delay(100);
    Mymessage = "";
}
}
void sendMessage(String outgoing, byte MasterNode, byte Node2) {
    LoRa.beginPacket();           // start packet
    LoRa.write(MasterNode);       // add destination address
    LoRa.write(Node2);           // add sender address
    LoRa.write(msgCount);        // add message ID
    LoRa.write(outgoing.length()); // add payload length
    LoRa.print(outgoing);        // add payload
    LoRa.endPacket();            // finish packet and send it
    msgCount++;                  // increment message ID
}

```