

TR01B_ZUMROTUL KHILMI_TA.pdf

by sucirizki67@gmail.com 1

Submission date: 16-Aug-2024 09:03AM (UTC+0800)

Submission ID: 2432694733

File name: TR01B_ZUMROTUL_KHILMI_TA.pdf (3.21M)

Word count: 14075

Character count: 95415

***PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN
OPERASIONAL BERBASIS *TRAFFIC* DAN KONTROL
PENERANGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR

Oleh

ZUMROTUL KHILMI

NIT: 56192030048



34
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA

PROGRAM SARJANA TERAPAN

POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

JULI 2024

***PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN
OPERASIONAL BERBASIS TRAFFIC DAN KONTROL
PENERANGAN MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS***

**4
TUGAS AKHIR**

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Oleh

ZUMROTUL KHILMI
NIT: 56192030048



**34
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

JULI 2024

ABSTRAK

PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS *TRAFFIC* DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS

Oleh:

ZUMROTUL KHILMI

NIT: 56192030048

**Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan**

Teknologi telah menjadi pilar utama dalam perkembangan industri penerbangan dan operasional bandara. Salah satu aspek penting adalah sistem penerangan di terminal penumpang. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototype sistem otomatisasi manajemen operasional berbasis *traffic* dan kontrol penerangan menggunakan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi energi dan memudahkan proses pengisian data manajemen operasional. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) model Borg dan Gall, mencakup enam tahap: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, dan uji coba produk. Data dikumpulkan melalui wawancara dan observasi langsung di Bandar Udara Internasional Juanda. Hasil menunjukkan bahwa sistem otomatisasi ini mampu meningkatkan efisiensi energi, mengurangi beban kerja manual, dan menyediakan data *real-time* yang akurat. Prototype menggunakan mikrokontroler ESP8266, modul relay 3.3V 2-channel, sensor arus PZEM-004T, aplikasi Blynk untuk kontrol jarak jauh, dan Google Spreadsheet untuk monitoring data. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung pengelolaan energi ramah lingkungan di bandara.

Kata kunci: IoT, MOT, kontrol penerangan, efisiensi energi, ESP8266, Blynk, Google Spreadsheet.

ABSTRACT

PROTOTYPE OF AN AUTOMATION SYSTEM FOR OPERATIONAL MANAGEMENT BASED ON TRAFFIC AND LIGHTING CONTROL USING THE INTERNET OF THINGS

By:

ZUMROTUL KHILMI

NIT: 56192030048

***Airport Engineering Technology Studies Program
Applied Bachelor`S Program***

84
Technology has become a key pillar in the development of the aviation industry and airport operations. One important aspect is the lighting system in passenger terminals. This study aims to develop a prototype of an automated operational management system based on traffic and lighting control using the Internet of Things (IoT) to enhance energy efficiency and simplify the operational management data entry process. The research method used is Research and Development (R&D) with Borg and Gall's model, encompassing six stages: potential and problems, data collection, product design, design validation, design revision, and product testing. Data were collected through interviews and direct observation at Juanda International Airport. The results indicate that this automation system can improve energy efficiency, reduce manual workload, and provide accurate real-time data. The prototype utilizes an ESP8266 microcontroller, 3.3V 2-channel relay module, PZEM-004T current sensor, Blynk application for remote control, and Google Spreadsheet for data monitoring. The implementation of this system is expected to enhance operational efficiency and support environmentally friendly energy management at airports. Keywords: Internet of Things (IoT), Traffic -based operational management (MOT), lighting system, energy efficiency, automation, airport.

Keywords: IoT, MOT, lighting control, energy efficiency, ESP8266, Blynk, Google Spreadsheet.

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas akhir : “*PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS *TRAFFIC* DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan Ke-01, Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : ZUMROTUL KHILMI

NIT : 56192030048

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

SUNARDI, S.T.,M.Pd.,M.T
Penata Tk.1 (III/d)
NIP: 19720217 199501 1 001

GANDA RUSMANA, S.Si,T.,M.M.
Pembina (IV/a)
NIP: 19710314 199301 1 002

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “*PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS *TRAFFIC* DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan Ke-01, Politeknik Penerbangan Palembang- Palembang. Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada Tanggal 25 Juli 2024.

KETUA

SEKRETARIS

¹
Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP: 19810306 200212 1 001

SUNARDI, S.T.,M.Pd.,M.T
Penata Tk.1 (III/d)
NIP: 19720217 199501 1 001

ANGGOTA

Dr. Ir. SETIYO, M.M.
¹ Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP: 19601127 198002 1 001

VI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zumrotul Khilmi

NIT : 56192030048

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “*PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS TRAFFIC DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS*” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 25 Juli 2024
Yang membuat pernyataan

Zumrotul Khilmi
NIT: 56192030048

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir Program Sarjana Terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan politeknik penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di politeknik penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian tugas akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Khilmi, Z. (2024). *PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS TRAFFIC DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS*, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua program studi teknologi rekayasa bandar udara, politeknik penerbangan Palembang.

Dipersembahkan kepada
Ayahanda Mufron, Ibunda Imroatul Mufida, Abang Tercinta Agung Hanifudin
Ismail, dan Adik Tercinta Baharudin Malik Ardian dan Malika Aziza

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "*PROTOTYPE* Sistem Otomatisasi untuk Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things*". Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menempuh pendidikan di Politeknik Penerbangan Palembang dan memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.T).

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan lindungan-Nya selama penulis menjalani proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua, atas doa, semangat, dan dukungan baik secara materi maupun moril yang tiada henti.
3. Keluarga dan saudara, atas doa dan dukungannya yang selalu memberikan semangat.
4. Bapak Sukahir, S.Si.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Bapak M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si., selaku Ketua Program studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
6. Bapak Sunardi, S.T.,M.Pd.,M.T selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir.
7. Bapak Ganda Rusmana, S.Si.T.,M.M., selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir.
8. Seluruh dosen dan civitas akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, atas ilmu, bimbingan, dan dukungannya selama ini.
9. Teman-teman echo 205 yang selalu memberi dukungan dan semangat saat penulis jenuh.
10. Teman-teman Taruni angkatan 01 alpha dan Bravo yang telah mendukung, menghibur dan memberi saran saat penulis kebingungan dan bosan.
11. Seluruh Rekan-rekan taruna/i Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, atas kerja sama dan dukungan yang telah diberikan selama proses belajar.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, khususnya bagi para personel dan taruna/i TRBU.

1 DAFTAR ISI

ABSTRAK	III
ABSTRACT	IV
PENGESAHAN PEMBIMBING	V
PENGESAHAN PENGUJI	VI
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	VII
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	VIII
KATA PENGANTAR	X
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR GAMBAR	XIII
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Tujuan	5
D. Manfaat Penulisan	5
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Teori Penunjang	7
1. Prototype	9
2. Penerangan	9
3. Kontrol	10
4. Monitoring	12
5. <i>Internet of Things</i> (IoT)	13
1. Tegangan	19
6. Energi	19
B. Kajian Terdahulu	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Desain Penelitian	25
B. Prosedur Penelitian	26
C. Perancangan Alat	27
D. Desain Alat	28
E. Teknik Pengujian	29
F. Teknik Analisis	30

G.	Tempat dan Waktu Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
A.	Hasil Penelitian	31
B.	Tahapan Potensi Masalah	31
1.	Sistem yang berjalan saat ini	31
2.	System yang diinginkan	32
C.	Penelitian dan Pengumpulan Data	33
1.	wawancara	33
2.	Observasi Partisipatif	33
D.	Desain Produk	34
1.	Desain Perangkat Keras	34
E.	Validasi Desain	37
F.	Revisi Desain	38
G.	Pengembangan Desain	39
H.	Pengujian Alat	45
1.	Pengujian Kontrol Melalui Aplikasi Bylnk	46
2.	Pengujian Monitoring Melalui Google Spreadsheet	47
I.	Hasil pengujian	48
1.	Relay	49
2.	Esp8266	50
3.	Pzem-004T	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		52
A.	KESIMPULAN	52
B.	SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 laporan harian personil	12
Gambar II. 2 NodeMcu ESP8266	16
Gambar II. 3 Relay 3.3V 2-channel	17
Gambar II. 4 Modul PZEM-004T	20
Gambar II. 5 LED 10 watt	20
Gambar II. 6 Kabel.....	22
Gambar III. 1 Flowchart Desain Penelitian	25
Gambar III. 2 Flowchart Perangkaian Alat	28
Gambar III. 3 Desain Alat	28
Gambar IV. 1 Desain Perangkat Keras.....	35
Gambar IV. 2 <i>Flowchart</i> Desain Perangkat Keras	37
Gambar IV. 3 <i>Flowchart</i> Revisi Desain	39
Gambar IV. 4 Pengembangan Desain.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Datasheet ESP8266.....	15
Tabel II. 2 spesifikasi Relay 3.3V 2-channel	17
Tabel II. 3 karakteristik dan spesifikasi PZEM-004T	18
Tabel II. 4 LED 10 watt.....	21
Tabel II. 5 spesifikasi kabel.....	21
Tabel III. 1 Waktu Penelitian.....	30
Tabel IV. 1 keterangan pada rangkaian.....	35
Tabel IV. 2 keterangan komponen.....	39
Tabel IV. 3 komponen penyempurnaan	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Bimbingan Tugas Akhir	61
Lampiran 2 Pembuatan dan Percobaan Alat	63
Lampiran 3 Arduino IDE	64
Lampiran 4 Turnitin	68
Lampiran 5 Laporan Harian APS	69

BABI

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi telah menjadi pilar utama dalam perkembangan industri penerbangan dan operasional bandara. Perkembangan teknologi di sektor ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan kecepatan layanan bagi penumpang. Adopsi teknologi canggih dalam operasional bandara dan penerbangan mencakup berbagai aspek, mulai dari sistem keamanan, manajemen lalu lintas udara, hingga pelayanan penumpang. Penggunaan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), Big Data, dan Machine Learning dalam operasional bandara memungkinkan pengumpulan dan analisis data dalam jumlah besar. Hal ini memungkinkan pengelola bandara untuk memprediksi dan mengelola lalu lintas udara serta penumpang dengan lebih efektif.

Sistem penerangan di terminal penumpang bandara memegang peranan penting dalam memastikan keamanan, kenyamanan, serta efisiensi operasional bandara. Pencahayaan bandara sangat penting, terutama di terminal untuk kenyamanan penumpang. Penerangan yang baik dapat meningkatkan efisiensi operasional di terminal. Penerangan yang cukup membantu penumpang untuk bergerak dengan mudah, menemukan rute, membaca tanda-tanda petunjuk, dan mengakses fasilitas bandara dengan lebih mudah. Hal ini dapat mempercepat pergerakan penumpang dan mengurangi kepadatan di area terminal. Penggunaan teknologi pencahayaan yang efisien dapat membantu mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional bandara. Sesuai dengan PM No.178 tahun 2015, area terminal bandara harus memiliki standar pencahayaan antara 200-250 lux, area bagasi antara 250-300 lux, dan toilet antara 100-150 lux (Pelayanan & Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 178 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan, 2015).

Pandemi COVID-19 yang mulai menyebar secara global sejak awal tahun 2020 telah memberikan dampak signifikan pada banyak sektor, termasuk industri penerbangan. Salah satu dampak paling nyata adalah penurunan drastis jumlah penumpang pesawat. Penurunan ini disebabkan oleh beberapa faktor utama, yakni pembatasan perjalanan yang diterapkan oleh pemerintah dunia, kekhawatiran masyarakat terhadap risiko penularan virus, serta penutupan sejumlah tujuan wisata dan bisnis. Menghadapi tantangan pandemi COVID-19 pada tahun 2020, Angkasa Pura I mencatat penurunan

jumlah penumpang sebesar 59% dibandingkan dengan tahun 2019. Untuk mengurangi beban pengeluaran, perusahaan meluncurkan program optimalisasi yang mencakup peningkatan kinerja petugas serta efisiensi dalam pemeliharaan, utilitas, dan penyewaan peralatan. Salah satu fokus utama dalam program ini adalah efisiensi penggunaan peralatan listrik dan elektronik.

20

Pandemi COVID-19 yang mulai menyebar secara global sejak awal tahun 2020 telah memberikan dampak signifikan pada banyak sektor, termasuk industri penerbangan. Salah satu dampak paling nyata adalah penurunan drastis jumlah penumpang pesawat. Penurunan ini disebabkan oleh beberapa faktor utama, yakni pembatasan perjalanan yang diterapkan oleh pemerintah dunia, kekhawatiran masyarakat terhadap risiko penularan virus, serta penutupan sejumlah tujuan wisata dan bisnis. Menghadapi tantangan pandemi COVID-19 pada tahun 2020, Angkasa Pura I mencatat penurunan jumlah penumpang sebesar 59% dibandingkan dengan tahun 2019. Untuk mengurangi beban pengeluaran, perusahaan meluncurkan program optimalisasi yang mencakup peningkatan kinerja petugas serta efisiensi dalam pemeliharaan, utilitas, dan penyewaan peralatan. Salah satu fokus utama dalam program ini adalah efisiensi penggunaan peralatan listrik dan elektronik.

Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT) bertujuan untuk menekan pengeluaran salah satunya dari beban pemeliharaan dan beban utilitas di sektor peralatan listrik dalam bandar udara, tetapi juga memberikan dampak positif dalam upaya konservasi energi secara lebih luas. Sistem ini membantu memastikan penggunaan energi dilakukan secara optimal dan efisien melalui pencatatan dan pengawasan yang ketat. Dengan implementasi MOT yang baik, dapat dipastikan bahwa sumber daya energi yang digunakan akan sesuai dengan kebutuhan nyata, menghindari pemborosan dan mengurangi jejak karbon dari kegiatan operasional bandar udara. Hal ini berkaitan dengan peraturan pemerintah nomor 33 tahun 2023 dalam mewujudkan penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT) juga dapat membawa manfaat tambahan dari aspek manajerial dengan menyediakan data yang akurat terkait penggunaan energi dan waktu operasional perangkat di terminal penumpang. Data ini bisa menjadi referensi berharga bagi manajemen dalam pengambilan keputusan strategis, baik dalam perencanaan anggaran maupun dalam perumusan kebijakan operasional yang lebih efektif. Dengan demikian, program MOT bukan hanya sebuah alat pengendali, tetapi juga sebagai sumber informasi yang dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan energi di lingkungan bandar udara. Implementasi yang baik dari sistem ini

diharapkan akan menciptakan sinergi antara efisiensi energi dan produktivitas operasional yang akhirnya berdampak positif bagi seluruh pemangku kepentingan.

Prosedur pengisian Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT) yang masih dilakukan secara manual menimbulkan sejumlah kompleksitas. Saat ini, teknisi lapangan (APS) menerima format MOT melalui grup WhatsApp. Setelah menyelesaikan tugas yang telah diinstruksikan melalui format tersebut, mereka harus mengirim kembali format yang telah diisi kepada supervisor. Proses berlanjut dengan Supervisor yang harus mengetik ulang data ke Google Spreadsheet. Sistem ini tidak hanya membuat alur kerja menjadi panjang, tetapi juga rawan akan kesalahan input. Kesalahan tersebut bisa jadi berasal dari kelupaan teknisi lapangan (APS) dalam mengisi format di grup WhatsApp atau dari proses pengetikan ulang oleh supervisor.

Masalah utama yang sering muncul dari prosedur ini adalah keterlambatan dalam pelaporan kepada Airport Operation Center Head (AOCH). Keterlambatan ini umumnya disebabkan oleh beban kerja teknisi lapangan (APS) yang sangat tinggi serta kekurangan personel. Akibat dari keterlambatan dan ketidakakuratan tersebut, data yang dilaporkan menjadi kurang reliabel untuk pengambilan keputusan operasional di lapangan. Oleh karena itu, penerapan sistem yang lebih otomatis dan terintegrasi sangat penting untuk memastikan efisiensi dan akurasi dalam manajemen operasional berbasis *Traffic*. Meskipun demikian, beberapa permasalahan tambahan juga perlu diatasi untuk menjaga kelancaran operasional. Jarak antara panel penerangan yang berjauhan menyulitkan kontrol dan pemeliharaan, sementara kekurangan personel dengan hanya tiga orang yang bertugas menjadi tantangan signifikan. Dalam situasi mendesak, seperti pemadaman penerangan bersamaan dengan masalah di tenant lain, personel sering kali kewalahan. Selain itu, kelupaan dalam pengisian MOT juga menambah kompleksitas dalam manajemen operasional.

Terminal 1 Bandara Juanda adalah salah satu terminal yang menghadapi tantangan signifikan dalam manajemen operasionalnya. Terminal ini memiliki berbagai jenis lampu yang mendukung aktivitas operasional sehari-hari. Lampu-lampu ini termasuk TL LED 16W dengan jumlah 1515, TL LED 8W dengan jumlah 673, TL RING 32W dengan jumlah 96, TL RING 22W dengan jumlah 4, SPOTLIGHT 38W dengan jumlah 56, dan HIGH MAST 400W dengan jumlah 100.

Khusus untuk lampu BULB LED 10W, diperlukan pengelolaan yang efisien mengingat jumlahnya yang sangat banyak. Dari 1741 unit BULB LED 10W yang ada, diperlukan

pengelompokan dan strategi pengendalian yang tepat agar penerangan dapat diatur sesuai kebutuhan tanpa memboroskan energi. Pengelompokan ini akan mempermudah dalam pengelolaan dan pemantauan, memastikan setiap area mendapatkan penerangan yang sesuai standar dan efisien.

Untuk mengoptimalkan pengisian Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT) dan tugas teknisi lapangan, peneliti membuat perencanaan pembuatan alat yang memanfaatkan relay 2 channel 10A, modul PZEM (Power/Energy Meter), dan *mikrokontroler* ESP8266. Alat ini akan memungkinkan pengendalian lampu secara otomatis melalui aplikasi Blynk dan pencatatan MOT di Google Sheets, mencakup data waktu, daya, dan status gerbang (on/off). Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi dengan mengatur intensitas penerangan secara dinamis dan memungkinkan pengelolaan yang lebih baik melalui pemantauan dan pengontrolan jarak jauh.

Pengontrolan lampu melalui aplikasi Blynk akan memberikan fleksibilitas dalam manajemen penerangan. Aplikasi ini memungkinkan teknisi untuk menghidupkan dan mematikan lampu sesuai kebutuhan dari jarak jauh, mengurangi ketergantungan pada kontrol manual yang memakan waktu. Selain itu, pencatatan MOT di Google Sheets akan mencakup data penting seperti waktu, daya yang digunakan, dan status gerbang (on/off), memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap penggunaan energi dan kondisi operasional.

Dengan pertimbangan tersebut, proyek ini mengangkat judul “*Prototype* Sistem Otomatisasi Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* dan Kontrol Penerangan Menggunakan Internet Of Things.” Proyek ini tidak hanya akan memberikan manfaat praktis bagi Terminal 1 Bandara Juanda, tetapi juga berkontribusi signifikan dalam otomatisasi manajemen operasional dan kontrol penerangan berbasis IoT. Dengan penerapan sistem yang lebih otomatis dan terintegrasi, diharapkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan penerangan dan manajemen operasional di Terminal 1 Bandara Juanda dapat tercapai, memberikan pengalaman yang lebih baik bagi penumpang dan operator bandara.

55

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, penulis identifikasi masalah utama sebagai berikut: bagaimana merancang dan membangun sistem otomatisasi yang mengintegrasikan manajemen operasional berbasis *Traffic* dan kontrol penerangan

menggunakan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi energi secara optimal?

C. Tujuan

Adapun tujuan penelitian yang penulis ingin dapat dari hasil rancangan adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui cara merancang *Prototype* pengontrolan penerangan jarak jauh.
2. Dapat mengetahui cara pengisian otomatis Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT).

D. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Prototype* ini dapat berfungsi sebagai media pembelajaran untuk para taruna/taruni jurusan Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
2. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan penerangan di Terminal Bandara. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang tertarik dalam mengembangkan sistem penerangan berbasis IoT.

E. Batasan Masalah

Berdasarkan pokok masalah maka dengan itu batasan masalah sebagai berikut:

1. *Prototype* ini hanya menjadi alat simulasi sistem otomatisasi untuk manajemen operasional berbasis *Traffic* dan kontrol penerangan menggunakan *Internet of Things*

F. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisi tentang landasan teori yang digunakan penulis sebagai pembahasan dan kajian penelitian yang relevan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang waktu dan tempat penelitian, desain dan cara kerja alat, perancangan alat dan teknik.

⁵⁷
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi penjelasan hasil sistem yang digunakan berupa gambaran umum mengenai rancangan dari penelitian yang akan dibuat.

¹²
BAB V : PENUTUP

Dalam bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran selama proses pengerjaan peralatan yang merupakan inti dari tugas akhir ini untuk ke depannya agar bisa dibuat lebih baik lagi.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Bandar Udara Internasional Juanda, yang terletak di Surabaya, Jawa Timur, merupakan salah satu bandara tersibuk di Indonesia dengan kapasitas besar dan fasilitas modern. Bandara ini melayani penerbangan domestik dan internasional dan terdiri dari dua terminal utama: Terminal 1 untuk penerbangan domestik dan Terminal 2 untuk penerbangan internasional serta beberapa penerbangan domestik. Data dari Angkasa Pura I menunjukkan bahwa jumlah penumpang di Terminal Juanda mencapai 20,5 juta pada tahun 2018, turun menjadi 8,6 juta pada tahun 2020 akibat pandemi, namun kembali meningkat menjadi 18,2 juta pada tahun 2023. Seiring dengan bertambahnya jumlah penumpang, kebutuhan penerangan yang memadai juga meningkat untuk memastikan kenyamanan dan keamanan penumpang di berbagai area bandara. Penerangan yang efektif harus memenuhi standar intensitas antara 200 hingga 300 lux dan sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 77 Tahun 2015.

Namun, pengelolaan penerangan di bandara menghadapi beberapa tantangan, termasuk keterlambatan pelaporan Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT) kepada Airport Operation Center Head (AOCH) yang disebabkan oleh beban kerja teknis lapangan yang tinggi dan kekurangan personel. Keterlambatan dan ketidakakuratan laporan membuat data yang diterima kurang reliabel untuk pengambilan keputusan operasional. Masalah lainnya adalah jarak antara panel penerangan yang menyulitkan kontrol dan pemeliharaan serta jumlah personel yang terbatas seringkali membuat mereka kewalahan dalam situasi mendesak. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti merencanakan pembuatan alat berbasis relay 2 channel 10A, modul PZEM, dan mikrokontroler ESP8266. Alat ini akan mengotomatiskan pengendalian lampu melalui aplikasi *Blynk* dan pencatatan data Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT) di Google Sheets. Dengan sistem ini, pengaturan intensitas penerangan dapat dilakukan secara dinamis dan pengelolaan dapat dilakukan lebih efisien melalui pemantauan dan pengontrolan jarak jauh, meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan pada kontrol manual.

1. Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* (MOT)

Program Manajemen Operasi Berbasis *Traffic* (MOT) yang diadakan oleh Angkasa Pura I merupakan sistem digitalisasi penghitungan dan pencatatan penggunaan listrik pada

terminal Juanda. Dengan adanya MOT, Angkasa Pura I dapat memperkirakan biaya kebutuhan listrik bandara secara detail, baik harian maupun bulanan. Proses ini sangat membantu mereka dalam mengelola pengeluaran operasional secara lebih efisien dan terstruktur. Berdasarkan laman resmi Angkasa Pura Airports, pada triwulan III tahun 2023, perusahaan mencatat laba bersih sebesar Rp 802 miliar, meningkat 172% dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya. Implementasi MOT sebagai strategi efisiensi biaya operasional terbukti berkontribusi signifikan dalam membatasi pengeluaran dan meningkatkan profit. Berdasarkan surat dari Direktur Utama Angkasa Pura I bernomor API. 7497/KB.02.01/2022/DU-B, ada tiga prosedur utama dalam pelaksanaan MOT: perencanaan (pre-operation), pelaksanaan (in-operation), dan evaluasi (post-operation).

Prosedur perencanaan, atau pre-operation, melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, Airport Services Supervisor (ASS) menerima jadwal penerbangan harian (Daily Flight Schedule) dari maskapai dan ground handling, kemudian melakukan plotting penggunaan berbagai fasilitas seperti parking stand dan aviobridge. Selanjutnya, Passenger Services Supervisor (PSS) merancang penggunaan gate tol, parkir kendaraan, dan berbagai fasilitas lainnya di area darat dan terminal. Di sisi lain, Airport Security Services Supervisor (ASSS) mengatur penggunaan mesin X-ray dan penempatan personel keamanan. Data ini kemudian dikompilasi oleh Supervisor Teknik untuk menyiapkan fasilitas dan peralatan operasional yang diperlukan, yang kemudian disampaikan kepada Airport Operations Center Head (AOCH).

Pelaksanaan atau in-operation dilakukan oleh AOCH bersama timnya melalui pertemuan harian (Daily Meeting) di Airport Operations Control Center (AOCC). Pertemuan ini membahas kesesuaian plotting penggunaan fasilitas serta jumlah dan penempatan personel. Jika ditemukan ketidaksesuaian, plotting akan diulang hingga didapat keselarasan yang pas. Selanjutnya, AOCH mendistribusikan hasil pertemuan kepada unit kerja terkait untuk dilaksanakan sesuai jadwal. Setiap unit kerja melaksanakan tanggung jawab operasional masing-masing, dan laporan mengenai operasional ini dijadikan bahan evaluasi oleh AOCH.

Tahap evaluasi atau post-operation mencakup pelaporan hasil operasional harian dari setiap unit kerja kepada AOCH. Laporan ini meliputi data realisasi *Traffic* penerbangan, penggunaan fasilitas, serta jumlah personel yang bertugas. Anggaran langsung (direct

cost) terutama untuk kebutuhan listrik tercatat dengan detail, dan ini menjadi dasar analisis efisiensi.

1. Prototype

Prototipe adalah model awal atau contoh awal dari sebuah produk yang dibuat untuk menguji konsep atau proses yang diusulkan. Ini adalah langkah penting dalam pengembangan produk karena memungkinkan pengembang dan pemangku kepentingan untuk melihat bagaimana produk akan berfungsi dalam praktik sebelum masuk ke tahap produksi massal. Prototipe dapat berupa fisik atau digital, tergantung pada jenis produk yang dikembangkan. Misalnya, dalam pengembangan perangkat lunak, prototipe bisa berupa wireframe atau mockup dari antarmuka pengguna. Sedangkan dalam pengembangan produk fisik, prototipe bisa berupa model skala kecil atau sampel dari produk yang sebenarnya.

Praktik di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan prototipe sangat membantu dalam mengidentifikasi masalah dan kekurangan sejak dini dalam proses pengembangan. Prototipe memungkinkan pengembang untuk melakukan iterasi dan perbaikan secara cepat berdasarkan umpan balik dari pengguna dan penguji. Selain itu, ini juga membantu dalam komunikasi antar tim, karena konsep yang kompleks dapat lebih mudah dipahami melalui representasi visual atau fisik. Dengan demikian, prototipe tidak hanya membantu dalam pengembangan produk yang lebih baik, tetapi juga menghemat waktu dan biaya dengan mengurangi risiko kegagalan pada tahap produksi akhir.

2. Penerangan

Penerangan adalah elemen kunci dalam desain ruang publik, tidak hanya berfungsi untuk menerangi area secara umum tetapi juga untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan efisiensi operasional. Di lingkungan seperti bandara, penerangan harus memenuhi standar intensitas cahaya yang diperlukan, menghindari silau, dan memastikan distribusi cahaya yang merata untuk mengoptimalkan visibilitas serta pengalaman pengguna. Dengan penerangan yang tepat, kegiatan operasional dapat berjalan lancar, dan pengguna ruang dapat merasa nyaman dan aman.

Di Bandar Udara Internasional Juanda, penerangan di terminal penumpang memainkan peran krusial dalam menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman. Bandara ini memiliki dua terminal utama Terminal 1 untuk penerbangan domestik dan Terminal 2 untuk penerbangan internasional serta beberapa penerbangan domestik dengan jumlah penumpang yang tinggi. Penerangan yang tepat harus diatur untuk mendukung aktivitas

di berbagai area seperti ruang tunggu, gerbang keberangkatan, dan koridor. Pengaturan ini sangat penting untuk menjaga kenyamanan penumpang serta efisiensi operasional bandara.

Standar penerangan di ruang tunggu penumpang Bandar Udara Juanda mengikuti ketentuan umum yang menetapkan intensitas pencahayaan dalam kisaran 200 hingga 300 lux. Ketentuan ini diatur oleh Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 77 Tahun 2015, yang menetapkan pedoman teknis terkait penerangan di fasilitas bandara. Peraturan ini mengharuskan bandara menyediakan pencahayaan yang memadai di semua area terminal, termasuk ruang tunggu, gerbang keberangkatan, dan koridor, untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan penumpang.

Data inventarisasi pencahayaan di Gedung Terminal 1 Bandar Udara Juanda mengungkapkan penggunaan beragam jenis lampu dan perlengkapannya yang canggih dan efisien. Gedung ini dilengkapi dengan berbagai tipe lampu seperti floodlight, TL LED, bulb LED, TL ring, downlight LED, spotlight, dan high mast. Floodlight menggunakan lampu merk Philips tipe HPI-T dengan daya 400 watt dan fitting E40, berjumlah 265 unit, memberikan pencahayaan yang kuat dan merata. TL LED hadir dalam varian daya 16 watt dan 8 watt, dengan jumlah unit masing-masing 1515 dan 637, menawarkan pencahayaan hemat energi. Lampu bulb LED dengan daya 10 watt dan fitting E27 berjumlah 1741 unit, menunjukkan efisiensi dan popularitasnya di gedung ini. Downlight LED dari Philips dengan tipe R39, daya 30 watt, dan berjumlah 56 unit, serta high mast dengan daya 400 watt dan fitting E40 sebanyak 100 unit, memastikan area yang luas tetap terang dan aman.

3. Kontrol

Sistem kontrol penerangan di Bandara Juanda adalah komponen vital yang memastikan keselamatan dan efisiensi operasional baik di landasan pacu maupun area terminal. Teknologi canggih yang digunakan memungkinkan pengaturan intensitas dan pola pencahayaan secara otomatis berdasarkan kondisi cuaca, waktu, dan aktivitas penerbangan. Penerangan di landasan pacu memberikan panduan visual bagi pilot, terutama dalam kondisi visibilitas rendah, sedangkan di area terminal, penerangan disesuaikan untuk menciptakan suasana yang aman dan ramah, dengan efisiensi energi diperhatikan melalui penggunaan lampu LED dan sensor otomatis.

Saat ini, sistem kontrol lampu di Bandara Juanda masih manual, di mana teknisi menghidupkan dan mematikan penerangan melalui panel-panel di ruang tunggu. Proses

manual ini tidak efisien karena memerlukan tenaga kerja lebih dan meningkatkan risiko kesalahan manusia, seperti lampu yang tetap menyala saat tidak diperlukan. Efisiensi energi juga rendah karena kurangnya otomatisasi dan penyesuaian *real-time* terhadap kondisi dan kebutuhan penerbangan. Jika sistem ini diintegrasikan dengan teknologi *Blynk* berbasis IoT, kontrol penerangan dapat dilakukan secara otomatis sesuai jadwal penerbangan, meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional, serta meningkatkan kenyamanan dan keamanan bagi penumpang dan staf bandara.

Integrasi sistem kontrol lampu dengan teknologi *Blynk* berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional bandara. *Blynk* memungkinkan kontrol dari jauh, sehingga pencahayaan dapat diatur sesuai jadwal kedatangan dan keberangkatan pesawat. Lampu hanya akan menyala saat diperlukan, misalnya saat ada aktivitas penumpang di ruang tunggu, dan mati saat tidak ada aktivitas. Hal ini tidak hanya menghemat energi listrik tetapi juga meningkatkan kenyamanan dan keamanan bagi penumpang dan staf bandara. Efisiensi tenaga dan waktu personel adalah kunci utama dalam meningkatkan produktivitas dan efektivitas operasional bandara.

Untuk mengatasi masalah keterlambatan pelaporan kepada Airport Operation Center Head (AOCH) dan meningkatkan efisiensi tenaga serta waktu personel, diperlukan alat yang dapat mempermudah pendataan dan kontrol penerangan di terminal bandara. Sistem otomatis yang lebih efisien akan mengurangi beban kerja personel, memungkinkan pelaporan yang lebih tepat waktu dan akurat, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Implementasi alat yang efektif diharapkan dapat meningkatkan kualitas data, operasional, dan pelayanan di terminal bandara, menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif dan harmonis bagi seluruh personel.

Berikut laporan harian personil terminal 1 juanda:

LAPORAN HARIAN TERMINAL 1							
PEKERJAAN YANG DILAKUKAN HARI INI				KONDISI Peralatan			
WAKTU	LOKASI DAN KEGIATAN	ALAT PERANGKAT	JENIS PERALATAN	NO. PERALATAN	STATUS	REMARKS	KETERANGAN
2:00	- Check penerangan T. dan RTT						normal
21:00	- Mengganti Lampu TL led baru 34h di lpg 18	Tangga	TL led baru	3	✓		sukses diganti
22:30	- mematikan penerangan seluruh area						dimatikan
22:40	- menyalakan penerangan Sobek di gate 8, 9, 10 request facility						dinyalakan
23:00	- cek panel 26-31	stang					normal
01:30	- bersihkan ruang panel serta cek terminasi koridor 4	stang					bersih
02:30	- menyalakan penerangan T.						dinyalakan
06:00	- mengoptimasi penerangan Sobek mot						efisiensi

Gambar II. 1 laporan harian personil

Pukul 20:00, teknisi Wawan, Fadli, dan Maftudi melakukan pengecekan lampu penerangan di Tidem RTT. Pada pukul 22:00, mereka mengganti lampu TL downlight di LPG 18. Pukul 22:30, teknisi mematikan penerangan di seluruh area, dan pada pukul 22:40, mereka menyalakan penerangan di selasar gate 8, 9, dan 10 berdasarkan permintaan fasilitas. Pukul 23:00, dilakukan pengecekan panel nomor 26-31. Pada pukul 01:30, teknisi melakukan pembersihan ruang panel serta cek terminasi koridor 4. Kemudian, pada pukul 02:30, mereka menyalakan penerangan di TI. Akhirnya, pada pukul 06:00, teknisi melakukan mengoptimasi penerangan sesuai MOT.

4. Monitoring

Monitoring adalah proses pengawasan dan pengumpulan data secara terus-menerus untuk mengevaluasi kinerja sistem atau perangkat. Dalam konteks teknologi dan industri, monitoring berfungsi untuk memastikan bahwa sistem atau perangkat beroperasi sesuai dengan standar dan ekspektasi yang telah ditetapkan. Monitoring juga bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi masalah atau anomali yang mungkin terjadi sehingga dapat segera diambil tindakan korektif. Salah satu aplikasi monitoring yang penting adalah monitoring daya untuk lampu di terminal penumpang bandara, di mana proses pemantauan konsumsi listrik dari lampu-lampu yang ada di area terminal sangat penting untuk memastikan bahwa penggunaan energi berada pada tingkat yang efisien dan untuk mendeteksi adanya kegagalan atau penyimpangan pada sistem penerangan yang dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan penumpang.

Perencanaan monitoring untuk lampu di terminal penumpang bandara melibatkan pengumpulan data yang terperinci, seperti waktu dan tanggal, konsumsi daya, serta status on/off untuk lampu di Gate 10 dan Gate 11. Data ini membantu dalam analisis penggunaan energi dan pengelolaan operasional lampu secara lebih efisien. Dalam praktiknya, monitoring ini dapat dilakukan menggunakan Google Sheet yang memanfaatkan spreadsheet online sebagai platform untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data secara real-time. Proses monitoring dimulai ketika user mengklik tombol on/off pada aplikasi *Blynk*. Sinyal perintah ini dikirim ke modul ESP8266 yang kemudian mengaktifkan relay, yang mengalirkan arus listrik ke lampu atau beban lainnya. Arus yang mengalir melewati Current Transformer (CT) pada modul PZEM untuk mengukur daya listrik yang digunakan, kemudian data daya dikirim kembali ke ESP8266 untuk diolah dan hasilnya dikirim ke Google Sheet untuk dicatat dan dianalisis lebih lanjut. Dengan sistem ini, monitoring daya dapat dilakukan secara otomatis dan data tersimpan secara *real-time* di Google Sheet, sehingga memudahkan dalam pemantauan dan pengambilan keputusan.

5. *Internet of Things* (IoT)

²⁸ *Internet of Things* (IoT) adalah jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet, memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan berbagi data satu sama lain. ³⁰ IoT mencakup berbagai perangkat seperti sensor, kamera, peralatan rumah tangga dan industri yang dapat berkomunikasi dan berinteraksi secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia. Teknologi ini memungkinkan efisiensi operasional yang lebih tinggi, peningkatan kualitas hidup, dan penerapan dalam berbagai bidang seperti kesehatan, transportasi, dan industri. Menurut penelitian, adopsi IoT diharapkan akan terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi jaringan dan komputasi awan

a. ⁸³ NodeMcu ESP8266

NodeMcu ESP8266 adalah sebuah *mikrokontroler* berbasis Wi-Fi yang murah dan serbaguna, sering digunakan untuk proyek-proyek *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini memanfaatkan chip ESP8266 yang revolusioner, diproduksi oleh Espressif Systems, untuk memberikan kemampuan Wi-Fi pada *mikrokontroler*, memungkinkan pengguna menghubungkan perangkat mereka ke internet dengan mudah. NodeMcu dilengkapi dengan firmware berbasis Lua, meskipun banyak pengguna lebih memilih menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman karena familiaritas dan dukungan luas yang ditawarkan. Keunggulan utama NodeMcu ESP8266 terletak pada kemampuan

melakukan berbagai operasi jaringan seperti mengirim data ke server web, menerima data dari sensor, dan berinteraksi dengan aplikasi mobile melalui koneksi Wi-Fi.

Chip ESP8266 dalam NodeMcu mendukung berbagai mode operasi Wi-Fi termasuk Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP, dan mode STA/AP/STA+AP, memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengembangan aplikasi. Beroperasi pada tegangan 3.0V hingga 3.6V dengan rentang suhu operasi -40°C hingga 125°C , ESP8266 memastikan kinerja stabil di berbagai kondisi lingkungan. Konsumsi daya yang efisien, dengan konsumsi deep sleep kurang dari $10\mu\text{A}$ dan konsumsi transmisi maksimum 180mA , menjadikan ESP8266 pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan konektivitas aman dan andal. Dukungan protokol enkripsi seperti WEP dan WPA/WPA2 menambah keamanan koneksi, menjadikannya sangat cocok untuk sistem IoT dan smart home.

NodeMcu ESP8266 juga menawarkan sejumlah pin GPIO yang dapat digunakan untuk mengontrol sensor, relay, dan berbagai perangkat lainnya, menjadikannya pilihan populer di kalangan pembuat dan pengembang teknologi. Modul ini sering muncul dalam jurnal akademis terkait IoT dan sistem smart home, menunjukkan dampaknya sebagai solusi hemat biaya dalam mengembangkan infrastruktur teknologi pintar. Meskipun terdapat beberapa kelemahan seperti keterbatasan memori dan kebutuhan pasokan daya yang stabil, fleksibilitas dan aksesibilitas yang ditawarkan oleh NodeMcu ESP8266 membuatnya menonjol di antara *mikrokontroler* lainnya. Pengembangan perangkat lunak difasilitasi dengan dukungan alat pengembangan seperti Arduino IDE, PlatformIO, dan ESP-IDF, serta alat flashing seperti esptool.py, memungkinkan pengembang membuat solusi IoT yang inovatif dan efisien.

Berikut datasheet ESP8266:

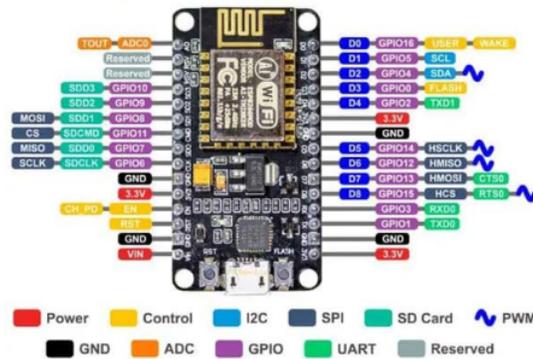
1. Fitur

- a. Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- b. Stack protokol TCP/IP terintegrasi
- c. TR switch terintegrasi, balun, LNA, power amplifier, dan jaringan pencocokan
- d. PLL terintegrasi, regulator, dan unit manajemen daya
- e. Mendukung APSD untuk aplikasi VoIP
- f. Mendukung antarmuka ko-eksistensi Bluetooth
- g. RF yang mengkalibrasi sendiri, tidak memerlukan bagian RF eksternal

- h. Dapat diskalakan ke 802.11b/g/n
 - i. GPIO, UART, SPI, I2C, I2S, ADC, dan PWM
 - j. Mode operasi STA/AP/STA+AP
 - k. Konsumsi daya deep sleep <10uA, kebocoran daya saat mati < 5uA
 - l. Bangun dan kirim paket dalam < 2ms
 - m. Konsumsi daya standby < 1.0mW (DTIM3)
2. Spesifikasi
- n. Tegangan Operasi: 3.0V ~ 3.6V
 - o. Rentang Suhu Operasi: -40°C ~ 125°C
 - p. Standar Wi-Fi: 802.11 b/g/n
 - q. Rentang Frekuensi: 2.4GHz ~ 2.5GHz (2400M ~ 2483.5M)
 - r. Daya Keluaran: +19.5dBm (802.11b)
 - s. Sensitivitas: -98 dBm
 - t. Enkripsi: WEP, WPA/WPA2
 - u. Memori Flash: 512 KB (ESP-01) hingga 4 MB (ESP-12E)
 - v. Konsumsi Arus:
 - Transmisi: 180mA (Max)
 - Standby: < 1.0mW

Tabel II. 1 Datasheet ESP8266

Spesifikasi	NODEMCU ESP8266
Tegangan Input	3,3 – 5V
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 Bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4MB
Frekuensi	2,4 GHz – 22,5 GHz
USB to Serial Converter	CH430G

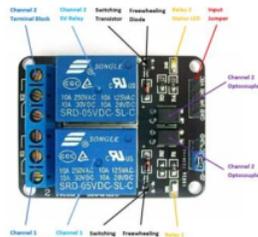
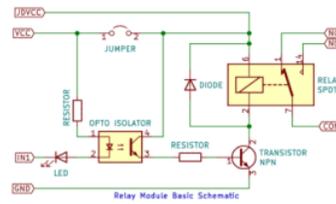


Gambar II. 2 NodeMcu ESP8266
sumber: miro.medium.com (2024)

Relay 3.3V 2-channel adalah modul yang dirancang untuk mengendalikan beban listrik berdaya tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah dari *mikrokontroler* atau sumber kontrol lainnya. Modul ini sangat berguna dalam aplikasi otomasi rumah, kontrol industri, dan proyek DIY yang lebih kompleks. Dengan dua channel yang tersedia, modul ini memungkinkan kontrol dua perangkat secara independen, dengan setiap channel mampu menangani tegangan kontak hingga 250VAC atau 30VDC dan arus hingga 10A, menjadikannya ideal untuk mengendalikan perangkat seperti lampu, motor, dan pemanas dengan aman dan efektif.

Modul ini bekerja dengan menerima sinyal tegangan rendah (3.3V) melalui pin input (IN1 dan IN2) dari *mikrokontroler*, yang biasanya berasal dari pin output digital *mikrokontroler*. Sinyal ini mengaktifkan transistor pada modul relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menggerakkan koil relay. Arus yang mengalir melalui koil relay menciptakan medan magnet yang menarik tuas kontak relay, mengubah posisi kontak dari terbuka (NO) ke tertutup (NC) atau sebaliknya, tergantung pada konfigurasi relay.

Relay 2 channel 3.3V ini juga menggunakan optokopler untuk isolasi listrik antara sirkuit kontrol tegangan rendah dan sirkuit daya tinggi yang dikendalikan oleh relay, melindungi *mikrokontroler* dari lonjakan tegangan dan gangguan elektromagnetik. Dengan kontak relay yang terisolasi, relay ini dapat mengalihkan arus AC hingga 250VAC atau arus DC hingga 30VDC dengan arus maksimum hingga 10A. Hal ini memungkinkan modul relay digunakan dalam berbagai aplikasi seperti menyalakan lampu, kipas, dan pompa, serta memberikan kontrol jarak jauh yang aman dan efisien untuk berbagai perangkat listrik.



Gambar II. 3 Relay 3.3V 2-channel

sumber: <http://indomaker.com/wp-content/uploads/2019/08/2-channel-relay.jpg> dan penulis (2024)

Tabel II. 2 spesifikasi Relay 3.3V 2-channel

Parameter Utama	Spesifikasi
Tegangan Operasi (VCC)	Nominal: 3.3V DC
Arus Operasi	Arus Aktif: 70-100mA per channel (saat relay diaktifkan)
Tegangan Trigger (IN1 dan IN2)	Level Tegangan: 3.3V DC (aktif rendah)
Kapasitas Kontak	Tegangan Maksimum AC: 250V Arus Maksimum AC: 10A Tegangan Maksimum DC: 30V Arus Maksimum DC: 10A
Waktu Operasi	Waktu Tarik (Operate Time): ≤ 10 ms Waktu Lepas (Release Time): ≤ 5 ms
Isolasi	Opto-isolator: Memisahkan sirkuit kontrol dan beban, menyediakan isolasi galvanik
Indikator LED	Setiap relay memiliki LED indikator yang menunjukkan status operasi (LED menyala saat relay diaktifkan)
Suhu Operasional	Rentang Suhu: -40°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$
Tegangan Operasi	3.3V
Jumlah Channel	2
Tegangan Kontak Maksimal	250VAC or 30VDC
Arus Kontak Maksimal	10A
Arus Trigger	5mA
Waktu Operasi	10ms
Waktu Lepas	5ms

b. Modul PZEM-004T

PZEM-004T adalah modul elektronik canggih yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya. Dengan fungsi yang lengkap, modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan dalam proyek atau eksperimen pengukuran daya pada jaringan listrik, baik di rumah maupun di gedung (Taufiqrohman et al., 2023).

Modul PZEM-004T dapat terhubung dengan NodeMCU atau platform sumber terbuka lainnya, memungkinkan pengukuran tegangan, arus, dan daya aktif. Dimensi fisiknya adalah 3,1 x 7,4 cm. PZEM-004T dilengkapi dengan kumparan trafo arus berdiameter 3mm yang mampu mengukur arus hingga 100A (Watkins, 2020). Untuk beroperasi, modul ini perlu dihubungkan dengan sumber tegangan AC sehingga dapat mengukur dan menampilkan nilai daya dan energi listrik. Dalam pengujian sensor PZEM, dilakukan pengukuran untuk memperoleh nilai pembacaan sensor dan nilai pengukuran manual dengan alat ukur. Hal ini bertujuan untuk menentukan nilai persentase kesalahan (%error). Tingkat kesalahan yang baik adalah di bawah 10%. Nilai %error ini dihitung menggunakan persamaan berikut (Prasetyo et al., 2022):

$$\%error = \frac{\text{nilai pembacaan sensor} - \text{nilai pembacaan alat ukur}}{\text{nilai pembacaan alat ukur}} \times 100\%$$

Menurut datasheet, modul PZEM-004T beroperasi pada tegangan 80-260VAC, memiliki tegangan uji 80-260VAC, daya maksimal 100A/22.000W, dan frekuensi operasi 45-65Hz. Berikut karakteristik dan spesifikasi PZEM-004T:

Tabel II. 3 karakteristik dan spesifikasi PZEM-004T

Karakteristik	spesifikasi
Tombol daya bersih/reset energi	Tegangan kerja 80 ~ 260 VAC
Fungsi penyimpanan data saat mati listrik (penyimpanan kumulatif sebelum mati listrik)	Daya terukur 100 A / 22000 W
Pengukuran daya 0 ~ 9999 kW	Working Frequency 45 – 65 Hz
Pengukuran tegangan 80 ~ 260 VAC	Measurement accuracy 1.0
Pengukuran arus 0 ~ 100 A	

2 Deskripsi fungsi sensor PZEM-004T:

1. Tegangan

- a. Rentang pengukuran 80 ~ 260 V
- b. Ketepatan ukur 0.5%, Resolusi 0.1 V

2. Arus

- a. Mulai mengukur arus 0.01 A untuk sensor PZEM-004 T-10A dan 0.02 untuk sensor PZEM-004 T-100A
- b. Rentang pengukuran 0 ~ 10 A untuk sensor PZEM-004 T-10A dan 0 ~ 100 A untuk sensor PZEM-004 T-100A
- c. Ketepatan ukur 0.5%
- d. Resolusi 0.001 A

3. Daya

- a. Mulai mengukur daya 0.4 W
- b. Rentang pengukuran 0 ~ 2.3 kW untuk sensor PZEM-004 T-10A dan 0 ~ 23 kW untuk sensor PZEM-004 T-100A
- c. Ketepatan ukur 0.5%
- d. Resolusi 0.1 W
- e. Format tampilan: <1000 W, menampilkan satu desimal, seperti: 999.9 W; ≥1000 W, menampilkan hanya bilangan bulat, seperti: 1000 W

4. Faktor daya

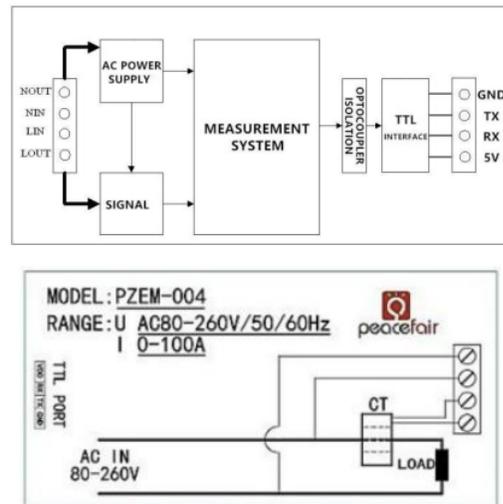
- a. Rentang pengukuran 0.00 ~ 1.00
- b. Ketepatan ukur 1%
- c. Resolusi 0.01

5. Frekuensi

- c. Rentang pengukuran 45 Hz ~ 65 Hz
- d. Ketepatan ukur 0.5%
- e. Resolusi 0.1 Hz

6. Energi

- a. Rentang pengukuran 0 ~ 9999.99 kWh
- b. Ketepatan ukur 0.5%
- c. Resolusi 1 Wh
- d. Format tampilan: <10 kWh, unit tampilan adalah Wh (1 kWh = 1000 Wh),



Gambar II. 4 Modul PZEM-004T

f. LED 10 watt

Dari data inventaris Daftar Fasilitas Peralatan Elektrikal Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, penggunaan bulb LED 10 watt tersebar hampir di seluruh area Terminal 1, dengan total 1,741 buah. Sebanyak 733 bulb LED tersebar di 15 ruang tunggu, memberikan pencahayaan efisien dan nyaman bagi penumpang. Lampu ini mempunyai masa pakai hingga 15,000 jam, dan waktu penyalaan kurang dari 0.5 detik, serta sudut pancaran 200 derajat untuk distribusi cahaya merata. Adopsi teknologi LED ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan keamanan penumpang tetapi juga mendukung keberlanjutan dengan mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon, sejalan dengan upaya global menjaga lingkungan.



Gambar II. 5 LED 10 watt
Sumber: <https://p-id.ipricegroup.com> (2024)

Dengan spesifikasi umum

Tabel II. 4 LED 10 watt

Spesifikasi	Detail
Model	Philips LED Bulb 10W
Daya	10 watt
Fitting	E27
Voltase	220-240 VAC
Frekuensi	50-60 Hz
Kecerahan	806 lumens
Suhu warna	6500K (Putih Dingin)
Sudut pancaran cahaya	200 derajat
Masa pakai	15.000 jam
Waktu penyalaaan	<0,5 detik

g. Kabel

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan kabel model Extrana 1x1,5 mm² PVC yang dikenal dengan kualitas dan keandalannya. Kabel ini sangat cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk instalasi listrik dalam ruangan, distribusi daya listrik, pencahayaan, dan kontrol. Isolasi PVC yang tahan lama melindungi konduktor dari kerusakan fisik dan lingkungan, serta keamanan penggunaan. Selain itu, konduktor tembaga berkualitas tinggi yang digunakan dalam kabel ini menyediakan konduktivitas listrik yang optimal, sehingga menjamin kinerja yang efisien dan andal dalam berbagai kondisi operasional. Penggunaan kabel Extrana 1x1,5 mm² PVC dalam penelitian ini menegaskan komitmen terhadap standar kualitas tinggi dan keandalan dalam setiap aspek instalasi listrik. Berikut data umum kabel Extrana 1x1,5 mm² PVC:

Tabel II. 5 spesifikasi kabel

Item	Detail
Model	Extrana 1x1,5 mm ² PVC
Jenis kabel	Kabel tembaga tunggal dengan isolasi PVC
Material konduktor	Tembaga
Tegangan pengoprasian	450/750 V
Resistansi konduktor	12.1 Ω/km (maks)
Arus penghantar maksimal	15 A
Suhu operasional	-15°C hingga +70°C



Gambar II. 6 Kabel

Sumber: images.tokopedia.net/img/cache/500-square (2024)

B. Kajian Terdahulu

Sebagai dasar yang mendukung penyusunan proyek akhir ini, penulis menyajikan penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai rujukan penulis. Penelitian terdahulu yang menjadi rujukan adalah penelitian yang relevan dengan proyek akhir yang sedang disusun oleh penulis. Berikut penelitian terdahulu yang diambil oleh penulis sebagai rujukan:

1. Jurnal penelitian pertama yang ditulis oleh Alfian, Raviki Dwi Haryudo, Subuh Isnur Kartini, Unit Three Kholis, Nur berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis *Internet of Things*.” Penelitian ini menggunakan berbagai komponen seperti Mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul PZEM-004T, modul relay 5V, LCD I2C 20x4, dan RTC DS3231. Alat ini dirancang untuk membantu pemilik dan penyewa kos dalam memantau penggunaan tarif listrik secara *real-time* dan jarak jauh. alat monitoring ini mampu berfungsi dengan baik dengan nilai error rata-rata pembacaan tegangan sebesar 1,4% dan arus sebesar 3,7%, yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian ini menggabungkan teknologi IoT dengan aplikasi *Blynk* untuk monitoring dan Google Firebase untuk penyimpanan data, sehingga memudahkan pemantauan penggunaan energi listrik melalui smartphone. (Alfian et al., 2021)
2. Jurnal penelitian kedua yang ditulis oleh Heri Purnadi dengan judul “Pemanfaatan Google Spreadsheet Dan Google Data Studio Sebagai Dashboard Suhu Dan Kelembaban Di Laboratorium.” Tujuan penelitian ini yaitu Google Spreadsheet dan Google Data Studio sangat bermanfaat sebagai

dashboard untuk memonitor suhu dan kelembaban di laboratorium. Dashboard ini memberikan informasi secara lebih mudah dan real-time. Selain itu, dashboard juga membantu petugas dalam merencanakan jadwal perbaikan AC dan dehumidifier berdasarkan informasi grafik, sehingga dapat mengantisipasi kerusakan peralatan tersebut. Input data melalui Google Spreadsheet memungkinkan data tersedia dengan cepat untuk audit eksternal. Pengolahan dan visualisasi data menggunakan Google Data Studio menawarkan solusi alternatif bagi institusi. Dengan dukungan berbagai sumber data, Google Data Studio memudahkan integrasi laporan dari sumber yang berbeda. Selain itu, fitur berbagi laporan dengan pengguna lain tetap menjaga keamanan informasi yang ditampilkan. (Heri Purnadi, 2021)

3. Jurnal penelitian ketiga yang ditulis oleh Andi Syofian, Haryanto dengan judul “Alat Monitoring Kelistrikan Rumah Tangga Berbasis *Blynk*” Penelitian ini merancang alat monitoring kelistrikan rumah tangga berbasis *Blynk*, yang menggunakan *mikrokontroler* Wemos D1 dan sensor PZEM-004T untuk mengukur dan menampilkan nilai arus, tegangan, daya listrik, dan energi yang digunakan. Sistem ini memungkinkan pemantauan biaya tagihan listrik dari jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* yang terhubung ke internet. Pada pengujian, alat ini menunjukkan keakuratan pembacaan yang tinggi dengan error hanya 0,02% saat mengukur nilai tegangan jala-jala PLN. Semua fungsi alat bekerja dengan baik, termasuk pengukuran dan pengiriman data secara nirkabel yang dapat diakses secara *real-time* melalui smartphone
4. Jurnal penelitian keempat yang ditulis oleh Rayi Ayu Safitri dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kendali Lampu Pada Gedung Menggunakan Wireless Fidelity (Wi-Fi) Berbasis NodeMCU ESP8266.” Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pengontrolan lampu menggunakan smartphone yang terhubung dengan Wi-Fi, serta meminimalisir risiko konsleting dengan pemantauan tegangan dan arus listrik secara real-time. Sistem ini dapat bekerja dengan baik dalam radius kurang dari 30 meter dengan menggunakan hotspot smartphone sebagai koneksi internet (Safitri & Lampu, 2018)
5. Jurnal penelitian kelima yang ditulis oleh Mohamad Nawal Taufiqurohman, Muhammad Ardi Alfianto, Indrawan Sugistoro, Helmi Yazid, Roy Hamonangan Pardosi, Wahyu Setyo Pambudi dengan judul “Sistem Monitoring Energi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sensor PZEM004T

dengan Integrasi Firebase dan *Blynk*” Penelitian ini bertujuan untuk pemantauan dan kontrol konsumsi energi listrik rumah tangga secara real-time, membantu pengguna dalam mengambil keputusan cerdas untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi biaya. Rentang tegangan bervariasi antara 186,8 hingga 198 volt, daya menunjukkan fluktuasi antara 32,3 hingga 233,5 watt, dan faktor daya berkisar antara 0,61 hingga 0,82 .(Taufiqurohman et al., 2023)

6. Jurnal penelitian keenam yang ditulis oleh Ridyandhika Riza Ibrahim, Bekt Yulianti, ST. MT dengan judul “Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Arus Listrik PLN Berbasis IoT” Penelitian ini bertujuan untuk menguji Alat monitoring yang dikembangkan menunjukkan nilai rata-rata error yang sangat kecil, yaitu 0.0038% untuk tegangan, 0.1116% untuk arus, dan 0.00294% untuk daya. Sistem ini memudahkan pemilik dan penyewa rumah indekos untuk memantau penggunaan energi listrik setiap kamar, serta memberikan data biaya pemakaian yang akurat berdasarkan tarif listrik yang ditetapkan pemerintah(Ridyandhika Riza Ibrahim, Bekt Yulianti, 2023)

METODE PENELITIAN

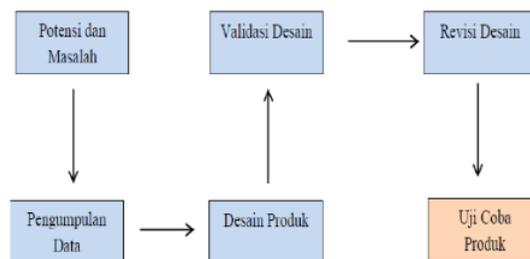
A. Desain Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *Prototype* untuk Otomatisasi Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) model Borg dan Gall (1989), yang terdiri dari sepuluh langkah. Namun, dalam penelitian ini, penulis hanya menerapkan enam langkah pertama. Penulis merujuk pada buku modifikasi Sugiyono (2014), yang merekomendasikan agar penelitian tesis atau disertasi dibatasi hingga tahap uji coba produk, mengingat melanjutkannya hingga tahap kesepuluh akan memerlukan investasi biaya dan waktu yang signifikan.

Proses pengembangan prototipe untuk *Prototype* Sistem Otomatisasi Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things* ini menggunakan model penelitian Borg dan Gall dalam skala kecil, yang mencakup enam tahapan penelitian pengembangan. Tahapan-tahapan tersebut meliputi

1. Potensi dan Masalah;
2. Pengumpulan Data;
3. Desain produk;
4. Validasi desain;
5. Revisi desain;
6. Uji coba produk;

Pendekatan ini memastikan bahwa pengembangan dilakukan secara sistematis dan efektif, memungkinkan produk yang dihasilkan siap untuk diuji dan disempurnakan lebih lanjut.



Gambar III. 1 Flowchart Desain Penelitian
sumber: penulis (2024)

B. Prosedur Penelitian

Pada tahap ini digunakan proses penelitian sesuai dengan Langkah-langkah pada penggunaan metode *Research and Development* (R & D) dan peneliti meringkas metode penelitian dan pengembangan ini sebagai berikut:

a. Potensi dan Masalah

Penelitian ini berfokus pada potensi masalah terkait pengontrolan lampu dan pemantauan penggunaan daya lampu pada MOT yang kurang efektif di Bandar Udara Internasional Juanda. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan prototipe pengontrolan lampu melalui platform *Blynk* dan memonitor penggunaan daya lampu menggunakan Google Sheets. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengusulkan solusi atau perbaikan yang dapat menggantikan sistem manual menjadi sistem yang lebih otomatis dan mudah digunakan.

b. Pengumpulan Data

Langkah selanjutnya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah mengumpulkan data dan informasi langsung dari lapangan, khususnya dari unit Listrik di Bandara Udara Juanda. Observasi menunjukkan bahwa pengontrolan lampu dan pengisian MOT di unit Listrik masih dilakukan secara manual dan kurang efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk baru yang dapat menunjang dan mempermudah kinerja personel unit Listrik dalam melaksanakan tugas pengontrolan dan monitoring MOT.

c. Desain Produk

Berdasarkan masalah-masalah di lapangan dan informasi yang telah dikumpulkan, peneliti merancang desain alat yang sesuai dengan kebutuhan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Produk penelitian ini akan menghasilkan sebuah alat kontrol dan monitoring MOT yang mampu mendukung kinerja harian personel lapangan secara efektif.

d. Validasi Desain

Hasil penelitian akan dinilai oleh para ahli atau pakar berpengalaman yang akan mengevaluasi produk baru yang telah dirancang, dengan tujuan untuk mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan pada *prototype*.

e. Revisi Desain

Setelah desain *prototype* divalidasi oleh para ahli, kekurangan *prototype* dapat teridentifikasi. Kemudian kekurangan tersebut akan direvisi untuk meningkatkan kualitas *prototype* menjadi lebih baik.

64

f. Uji Coba Produk

Tahap ini dilakukan setelah *prototype* mendapatkan penilaian oleh para ahli materi bahwa produk yang dibuat layak untuk diuji coba dilapangan. Uji coba *prototype* dilakukan bertujuan untuk mengetahui cara kerja dan fungsi *prototype* nantinya jika diterapkan dilapangan.

C. Perancangan Alat

Berdasarkan alur desain penelitian yang dibuat oleh penulis, maka akan dijabarkan proses perancangan alat, yaitu:

1. Identifikasi masalah yaitu mencari kendala atau hambatan bagi taruna dalam melaksanakan praktikum.
2. Desain alat adalah proses membuat rancangan alat sebelum pembuatan alat.
3. Pembuatan alat dibuat oleh penulis untuk mengetahui tahapan- tahapan dalam proses pembuatan alat.
4. Setelah pembuatan alat, maka penulis akan melakukan pengujian alat untuk mengetahui kinerja alat sesuai dengan yang diharapkan.
5. Jika dalam proses pengujian alat terdapat kendala seperti kemacetan saat pengoperasian atau ukuran tidak sesuai, maka akan dilakukan optimalisasi agar alat dapat bekerja dengan baik.
6. Hasil pengujian dilakukan untuk mendapatkan data pengujian alat.
7. Kesimpulan akan dibuat setelah seluruh tahapan perencanaan alat dapat terselesaikan dengan baik.

18

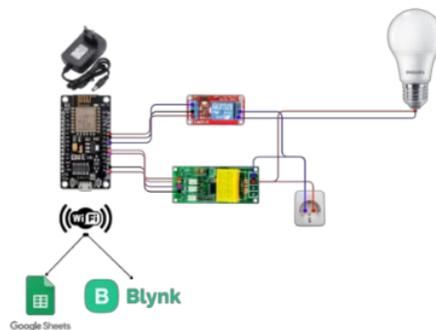
Pada bab ini penulis akan menjelaskan bagaimana proses perancangan alat mulai dari desain serta konsep otomatisasi manajemen operasional berbasis *Traffic* dan kontrol penerangan menggunakan *Internet of Things*.



Gambar III. 2 *Flowchart* Perangkaian Alat
sumber: penulis (2024)

D. Desain Alat

Saat ini, proses pengisian MOT dan kontrol penerangan masih manual. Supervisor mengirim format MOT lewat grup WhatsApp, lalu petugas lapangan mengisi format tersebut di lapangan dan mengirimnya kembali ke supervisor. Supervisor kemudian mengisi MOT ke format yang ditetapkan oleh Bandar Udara Juanda. Teknisi lapangan akan menghidupkan dan mematikan lampu langsung di panel-panel ruang tunggu. Berikut blok diagram sistem otomatisasi untuk manajemen operasional berbasis *Traffic* dan kontrol penerangan pada desain *prototype* yang dibuat oleh penulis:



Gambar III. 3 Desain Alat
sumber: penulis (2024)

1. Cara kerja alat
 - a. Pengguna mengontrol lampu (relay) melalui aplikasi *Blynk* pada smartphone mereka. Aplikasi *Blynk* telah dikonfigurasi dengan tombol atau sakelar untuk mengontrol perangkat fisik (relay) yang terhubung ke ESP8266.
 - b. Aplikasi *Blynk* mengirimkan perintah on/off melalui koneksi internet (WiFi atau data seluler) ke server *Blynk*.
 - c. ESP8266, yang terhubung ke jaringan WiFi dan terhubung ke *Blynk* menggunakan token autentikasi, menerima perintah dari server *Blynk* untuk mengubah status relay. Misalnya, menghidupkan atau mematikan lampu.
 - d. Ketika relay diaktifkan (lampu dinyalakan), ESP8266 juga membaca data arus dari sensor PZEM yang terhubung ke salah satu pin GPIO-nya. Sensor PZEM ini digunakan untuk mengukur konsumsi listrik saat lampu dalam keadaan aktif.
 - e. Data arus yang terbaca dari sensor PZEM dikirimkan oleh ESP8266 ke Google Sheet. ESP8266 dapat menggunakan Google Sheets API atau layanan pihak ketiga seperti IFTTT untuk mengirim data ini ke spreadsheet yang ditentukan dalam akun Google.
2. Komponen perangkat keras
 - a. ESP8266
 - b. PZEM-004T
 - c. Relay 3.3v 2 channel
 - d. Lampu led 10 watt
 - e. Fitting lampu
3. Komponen perangkat lunak
 - a. *Arduino IDE*
 - b. *Blynk*
 - c. *Google SpreadSheet*

E. Teknik Pengujian

Pengujian sangat penting dalam proyek akhir atau penelitian untuk memastikan komponen alat mencapai hasil yang diharapkan. Tahapan analisis teknik pengujian meliputi:

1. Pengujian: Dilakukan setelah sistem menjadi satu kesatuan utuh. Peneliti menguji untuk mengetahui margin error sebelum digunakan.
2. Evaluasi: Peneliti mengevaluasi apakah hasil pengujian sesuai dengan harapan. Jika sesuai, alat akan diimplementasikan.

³ F. Teknik Analisis

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan tugas akhir antara lain:

1. Metode study literatur, yaitu cara menelaah, menggali, serta mengkaji teori - teori yang mendukung dalam pemecahan masalah yang diteliti.
2. Discuss, yaitu melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen dan pihak - pihak lain yang dapat membantu terlaksananya perancangan ini.
3. Metode analisis rancangan, yaitu dengan mengadakan analisa rancangan konstruksi terhadap aplikasi beserta fitur-fitur yang disediakan.
4. Metode experiment, yaitu dengan cara melakukan uji coba untuk mendapatkan data - data hasil percobaan.

¹ G. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di unit *equipment* bandar udara internasional Juanda. Berdasarkan pengamatan di lapangan dalam kegiatan apel dan waktu menghidup matikan penerangan dimana personil yang sedang bertugas masih kurang maksimal dalam pengisian MOT serta kurang efektifnya kerja personil dikarenakan personil harus keliling terminal penumpang untuk menghidup dan mematikan penerangan, apalagi saat ada permasalahan di *tenant* yang mengharuskan personil segera datang. Peneliti memilih lokasi tersebut dengan tujuan ingin mengetahui upaya yang dapat di ambil untuk mempermudah personel dalam melaksanakan tugasnya secara maksimal.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dihitung dari penelitian, pelaksanaan penelitian, sampai pembuatan laporan penelitian. Penelitian dilaksanakan bulan Oktober 2023 hingga Juli 2024.

³⁹ Tabel III. 1 Waktu Penelitian

No.	Kegiatan	MAR	APR	MEI	JUN	JUL
1.	Penyusunan Proposal					
2.	Ujian Proposal					
3.	Pembuatan Alat & Pembuatan Laporan					
4.	Ujian Tugas Akhir					

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

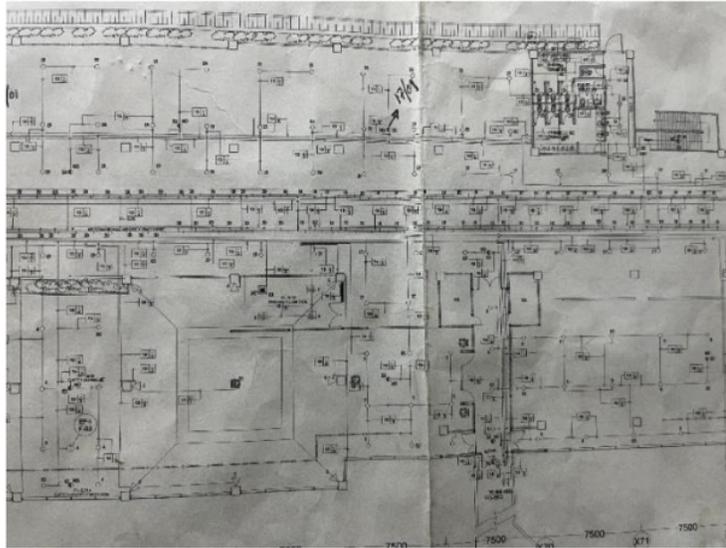
Berdasarkan penelitian mengenai *Prototype* Sistem Otomatisasi Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* Dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things* guna mendukung kegiatan kontrol penerangan dan pengisian MOT yang dilakukan peneliti dengan berdasar dari desain penelitian (Research and Development) R&D, pengembangan Borg and Gall dimana pada pengembangan Borg and Gall terdapat sepuluh tahapan yang dibuat agar produk yang dirancang mempunyai standar kelayakan.

B. Tahapan Potensi Masalah

Tahapan awal dalam pembuatan *Prototype* ini adalah melakukan analisis kebutuhan dengan melakukan observasi awal disekitar Unit Listrik Bandar Udara Internasional Juanda pada Bulan Oktober Tahun 2023. Pembuatan *Prototype* Sistem Otomatisasi Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* Dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things* ini adalah pada kegiatan rutin yang dilaksanakan di terminal 1 dan 2 Juanda, peneliti menemukan bahwa kegiatan pengontrolan dan pengisian ini masih kurang efektif dan efisien dilakukan seperti teknisi lapangan harus mengontrol beberapa penerangan langsung ke panel-panel yang ada diruang tunggu serta pelaporan dan pengisian MOT yang masih secara manual

1. Sistem yang berjalan saat ini

Untuk saat ini, dalam kegiatan rutin yang dilaksanakan oleh unit listrik bandara pada terminal 1 Juanda masih secara manual. Dalam hal ini pengontrolan masih dilakukan secara manual di beberapa titik seperti penerangan pada *gate* 6 hingga 12, *gate* tersebut di kontrol melalui *Lighting panel general* (Lpg) 23, 22, 24, 25, 26, dan 27.



Gambar IV. 1 Wiring instalasi lampu terminal 1 Juanda



Gambar IV. 2 Panel

2. System yang diinginkan

Hal yang menjadi acuan peneliti untuk mengembangkan suatu sistem inovasi baru yang berfokus pada kegiatan kontrol dan monitoring MOT di Bandar Udara Internasional

Juanda yaitu dengan membuat *Prototype* Sistem Otomatisasi Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things*. Alat ini dirancang agar memudahkan kegiatan rutin harian pengontrolan penerangan dan monitoring MOT Di Bandar Udara Internasional Juanda.

C. Penelitian dan Pengumpulan Data

Metode penelitian dan teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua metode utama, yaitu wawancara dan observasi, yang dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam serta gambaran nyata terkait fenomena yang diteliti. Wawancara dilakukan untuk menggali informasi dari narasumber yang memiliki pengetahuan dan pengalaman relevan, sementara observasi digunakan untuk melihat langsung situasi dan kondisi di lapangan. Kedua metode ini diharapkan dapat memberikan data yang komprehensif dan valid mengenai kebutuhan dan kondisi lapangan yang relevan.

1. wawancara

Wawancara adalah salah satu metode pengumpulan data yang efektif untuk mendapatkan informasi langsung dari pihak yang terlibat dalam manajemen operasional dan penggunaan sistem penerangan. Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan beberapa pihak, antara lain:

- a. *Supervisor* Operasional: Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan fasilitas sesuai dengan jumlah penerbangan. Selain itu, pencatatan yang dilakukan oleh sistem, ini juga berguna untuk mengetahui dan mengendalikan biaya perawatan fasilitas secara efektif.
- b. *Supervisor* Listrik: Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* adalah sistem digital yang mencatat secara *real-time* penggunaan listrik di terminal penumpang, khususnya pada lampu-lampu terminal. Sistem ini memungkinkan pemantauan konsumsi listrik secara akurat, dengan mengonversi beban listrik yang terpakai menjadi nilai rupiah. Waktu penggunaan lampu diatur berdasarkan jumlah penerbangan, sehingga efisiensi energi dapat tercapai dengan optimal.

2. Observasi Partisipatif

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui metode Observasi Partisipatif, di mana peneliti terlibat langsung dalam kegiatan operasional di terminal penumpang. Berikut penjelasan rinci mengenai proses pengumpulan data:

- a. Keterlibatan Langsung dalam Operasional: Peneliti secara aktif berpartisipasi dalam mengoperasikan lampu di terminal penumpang, termasuk mematikan dan menyalakan lampu pada beberapa panel yang tersedia. Waktu pengoperasian lampu disesuaikan dengan jadwal yang ditentukan oleh Manajemen Operasional Berbasis *Traffic*, yang telah disebarluaskan melalui grup WhatsApp.
- b. Pengisian Data: Peneliti juga turut serta dalam pengisian data Manajemen Operasional Berbasis *Traffic*. Data ini dikirimkan dari grup WhatsApp ke *Google Spreadsheet* yang telah disediakan oleh unit operasional bandara. Pengisian format *Google Spreadsheet* dilakukan pada pagi hari sebelum penerbangan dimulai, sore hari dan malam hari setelah semua penerbangan selesai.
- c. Pelaporan Data: Data yang telah dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam *Google Spreadsheet* akan dikirimkan ke unit operasional bandara. Unit operasional bandara kemudian melaporkan data tersebut kembali kepada manajer bandara.
- d. Isi format *Google Spreadsheet*: format *Google Spreadsheet* yang disusun oleh unit operasional bandara mencakup berbagai informasi penting seperti: lokasi penerangan, perencanaan waktu hidup atau mati lampu, presentasi penggunaan lampu, KWH penggunaan lampu dan biaya pengeluaran.

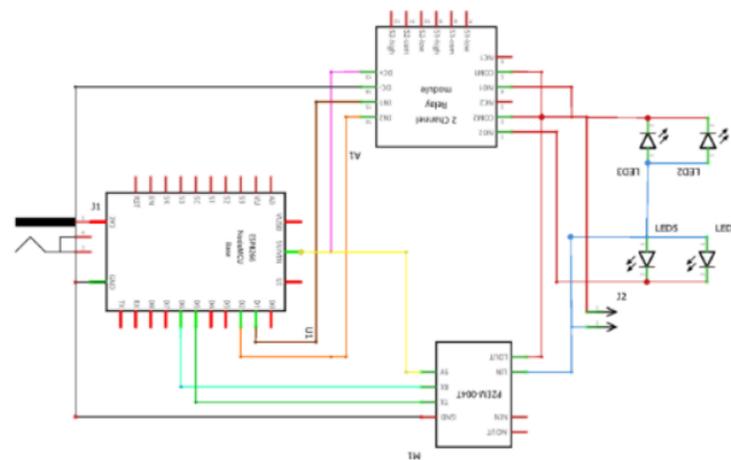
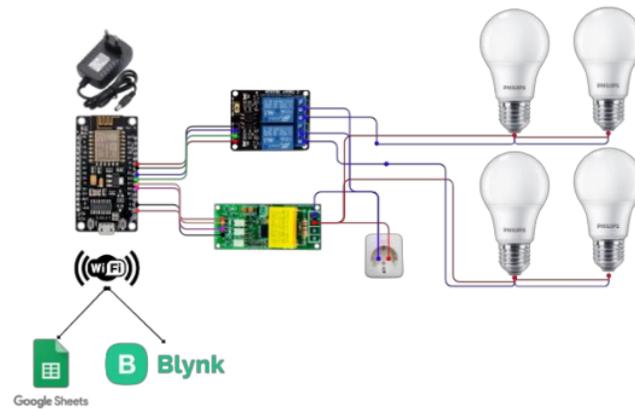
Melalui kombinasi wawancara dan observasi, data yang diperoleh menjadi lebih teliti dan mendalam. Data ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik dan mengembangkan solusi yang tepat untuk sistem otomatisasi manajemen operasional berbasis *Traffic* dan kontrol penerangan menggunakan IoT. Hasil analisis data ini menjadi dasar bagi pengembangan prototipe sistem yang akan diujikan pada tahap berikutnya.

D. Desain Produk

Tahap desain atau perencanaan, peneliti memulai proses merancang perangkat keras dan perangkat lunak agar alat yang akan digunakan berjalan dengan sempurna.

1. Desain Perangkat Keras

Pada tahap ini peneliti mendesain perangkat keras untuk prototype sistem untuk manajemen operasional berbasis *Traffic* dan kontrol penerangan menggunakan *Internet of Things* menggunakan sensor arus PZEMt dan NodeMCU ESP8266 yang akan dikontrol melalui bylnk dan di monitoring dari *Google Spreadsheet*. Berikut wiring keseluruhan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar IV. 3 Wiring dan Desain Perangkat Keras
Sumber: penulis (2024)

Adapun keterangan pada rangkaian dari gambar 4.1 diatas sebagai berikut:

Tabel IV. 1 keterangan pada rangkaian

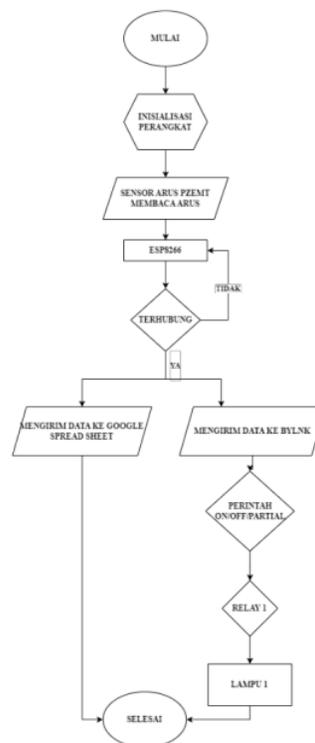
1. Mikrokontroler ESP8266		
Pin 3V	:	Terhubung ke VCC pada modul sensor arus dan relay
GND	:	Terhubung ke GND pada modul relay dan modul sensor arus
D1	:	Terhubung ke IN1 pada modul relay
D2	:	Terhubung ke IN2 pada modul relay
D5	:	Terhubung ke TX modul sensor PZEM
D6	:	Terhubung ke RX modul sensor PZEM

2.	Modul Relay 2 Channel	
	IN 1	: Terhubung ke D1 pada NodeMCU
	IN 2	: Terhubung ke D2 pada NodeMCU
	DC+	: Terhubung ke 5V pada NodeMCU
	DC-	Terhubung ke GND pada NodeMCU
	COM (Relay 1)	Terhubung ke kabel fase (L) dari stopkontak
	NO (Relay 1)	Terhubung ke lampu 1
	COM(Relay 2)	Terhubung ke kabel fase (L) dari stopkontak
	NO (Relay 2)	Terhubung ke lampu 2
3.	Modul Sensor Arus	
	RX	Terhubung ke D6 pada NodeMCU
	TX	Terhubung ke D5 pada NodeMCU
	5V	Terhubung ke 5V pada NodeMCU
	GND	Terhubung ke GND pada NodeMCU
	Kabel input/output arus	Terhubung ke kabel netral (N) dan fase (L) dari stopkontak
4.	Lampu	
	Lampu 1	: Terhubung ke NO (Relay 1) dan kabel netral (N) dari stopkontak
	Lampu 2	: Terhubung ke NO (Relay 2) dan kabel netral (N) dari stopkontak
	Lampu 3&4	: Terhubung sesuai kebutuhan jika ada relay tambahan atau menggunakan relay yang sama dengan konfigurasi paralel

Selanjutnya, langkah berikutnya adalah merancang alur kerja sistem atau Flowchart yang menyajikan representasi visual mengenai cara kerja Sistem Otomatisasi Untuk Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* Dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet of Things*. Flowchart ini akan menggambarkan setiap tahapan proses dari awal hingga akhir. Dengan adanya Flowchart, diharapkan sistem ini dapat dengan mudah dan jelas dipahami.

Sistem dimulai dengan inialisasi perangkat NodeMCU ESP8266, sensor PZEM, koneksi WiFi, *Blynk*, dan Google Spreadsheet. Setelah inialisasi,

sistem membaca nilai arus dari PZEM-004T, mengkalibrasi dan mengonversi nilai tersebut ke format yang sesuai. Selanjutnya, sistem menghitung daya (Watt) berdasarkan nilai arus dan energi (kWh) berdasarkan daya dan waktu. Data daya, dan energi kemudian dikirim ke *Blynk* untuk ditampilkan dan dicatat ke Google Spreadsheet bersama dengan waktu pencatatan. Kontrol lampu dilakukan melalui *Blynk*, di mana status lampu dibaca dan diaktifkan atau dimatikan sesuai perintah dari *Blynk*. Setelah itu, sistem menunggu interval waktu tertentu sebelum mengulangi proses dari pembacaan sensor PZEM-004T. Proses ini terus berulang hingga sistem selesai.



Gambar IV. 4 Flowchart Desain Perangkat Keras
sumber: penulis (2024)

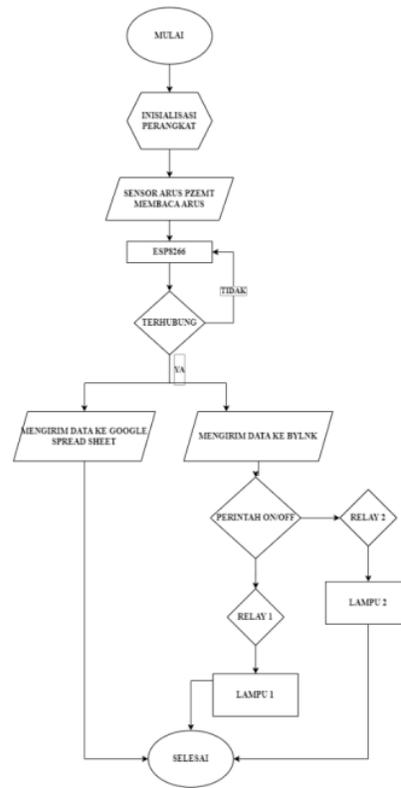
E. Validasi Desain

Pada tahap validasi desain yang dilaksanakan di Bandara Juanda, dihadiri oleh Mas Putra Febrianto selaku Supervisor Unit Airport Electrical, Bapak Bagus selaku Manajer Unit Airport Equipment, Bu Agistinisa Aini selaku penguji dari perwakilan BPSDMP serta Bapak Parjan selaku pembimbing dan penguji sidang On the Job Training. Dalam sesi ini, rencana desain yang diajukan telah dinilai baik dan memenuhi standar yang diharapkan.

Namun, terdapat saran dari kedua pihak untuk memaksimalkan penggunaan *mikrokontroler* dalam pengelompokan lampu. Saran tersebut mencakup penggunaan *mikrokontroler* untuk mengendalikan jumlah kelompok lampu yang lebih banyak, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengontrolan dan pemantauan. Dengan implementasi ini, diharapkan sistem pencahayaan bandara dapat diatur dan dipantau dengan lebih optimal, mendukung operasional yang lebih efisien dan responsif terhadap kebutuhan pencahayaan di berbagai area bandara.

F. Revisi Desain

Revisi desain telah dilakukan dengan penambahan komponen relay dan peningkatan jumlah lampu untuk meningkatkan fungsionalitas sistem. Sebelumnya, sistem hanya menggunakan satu relay untuk mengendalikan satu lampu. Namun, dalam revisi ini, jumlah relay ditingkatkan menjadi dua, yang masing-masing mengendalikan dua lampu. Dengan demikian, total lampu yang dapat dikendalikan telah meningkat menjadi empat lampu. Perubahan ini bertujuan untuk memberikan fleksibilitas lebih besar dalam mengatur pencahayaan di berbagai area, serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan memanfaatkan kontrol yang lebih terpusat dan efektif. Diharapkan revisi ini akan meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan, sesuai dengan kebutuhan operasional yang lebih kompleks dan dinamis.



Gambar IV. 5 Flowchart Revisi Desain
sumber: penulis (2024)

G. Pengembangan Desain

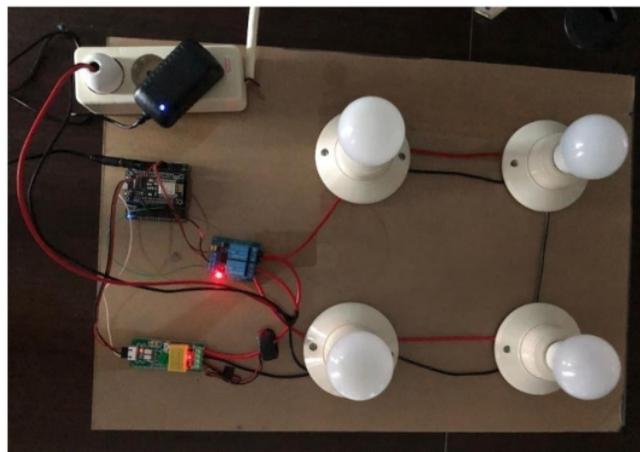
42

Setelah rencana desain direvisi sesuai dengan yang diinginkan maka langkah selanjutnya adalah pengembangan desain. Dimana pengembangan desain akan dimulai dengan mempersiapkan komponen yang akan digunakan. Berikut komponen yang digunakan:

Tabel IV. 2 keterangan komponen

Kelompok	Komponen	Keterangan
Perangkat Keras	Mikrokontroller	Arduino Lolin Nodemcu V3
	Sensor Arus	PZEM-004t
	Relay	relay module 3.3 v 2 channel
	Powersupply	Adaptor
	Fitting Lampu	4 Buah
Perangkat Lunak	Arduino	Arduino Integrated Development Environment (Ide)
	Server	Aplikasi <i>Blynk</i>
	Server	<i>Google Spreadsheet</i>

Setelah tahap revisi desain selesai, proses berlanjut ke tahap pengembangan desain. Pada tahap ini, persiapan komponen-komponen perangkat keras dan perangkat lunak menjadi langkah utama yang perlu dilakukan. Komponen-komponen yang akan digunakan, seperti ESP8266, PZEM-004T, relay, Blynk, dan Google Spreadsheet, harus dipersiapkan dengan teliti untuk memastikan kinerja sistem yang optimal. Setelah semua komponen perangkat keras dipersiapkan, langkah selanjutnya adalah merangkai perangkat tersebut sesuai dengan desain yang telah dibuat. Proses perakitan ini harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan diagram rangkaian untuk memastikan semua komponen terhubung dengan benar dan sistem dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar IV. 6 Pengembangan Desain

Berikut keterangan perakitan perangkat keras:

1. Pin D5 pada ESP8266 dihubungkan ke IN1 pada Relay 1. Ini untuk mengontrol relay pertama dari ESP8266.
2. Pin D6 pada ESP8266 dihubungkan ke IN2 pada Relay 2. Ini untuk mengontrol relay kedua dari ESP8266.
3. Pin GND pada ESP8266 dihubungkan ke GND pada relay PZEM-004T untuk memberikan referensi ground.
4. Pin 5V pada ESP8266 dihubungkan ke DC+ pada relay untuk memberikan daya 5V ke relay.
5. Pin 5V pada esp8266 dihubungkan ke 5V pada PZEM-004T untuk memberi daya
6. NO1 dan NO2 pada relay dihubungkan ke fase (L) dari Lampu 1 dan 2. Ketika relay aktif, ini akan menutup sirkuit dan menyalakan lampu.
7. COM1 dan COM2 pada relay dihubungkan ke fase (L) dari power supply. Ini adalah titik common untuk relay 1 dan relay 2.

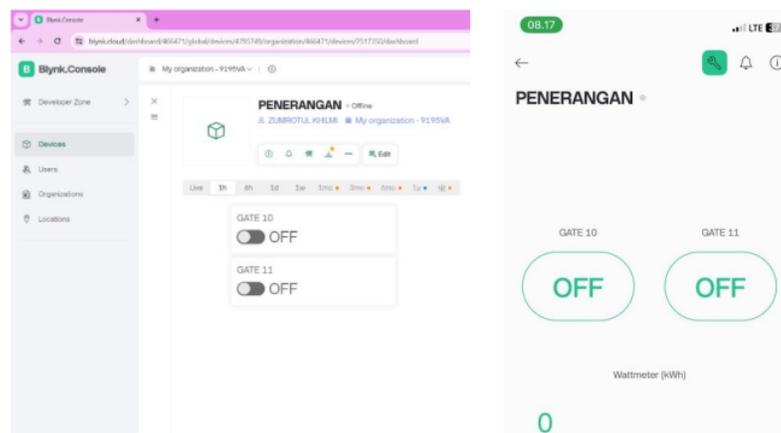
Berikut prinsip kerja pada alat ini:

1. Persiapan Awal:
 - a) Pastikan ESP8266, relay, dan PZEM terhubung sesuai diagram sirkuit.
 - b) Pastikan ESP8266 terkoneksi dengan jaringan WiFi yang tersedia.
2. Pengiriman Perintah dari *Blynk*:
 - a) Pengguna membuka aplikasi *Blynk* dan menekan tombol "ON". Ketika tombol "ON" ditekan, *Blynk* mengirimkan perintah digital
3. Penerimaan Perintah oleh ESP8266:
 - a) ESP8266 menerima sinyal perintah atau pesan teks dari *Blynk*. Perintah ini diinterpretasikan oleh kode yang berjalan di ESP8266 untuk mengaktifkan relay.
4. Aktivasi Relay:
 - a) ESP8266 mengirimkan sinyal perintah ke input kontrol relay. Sinyal ini membuat relay berubah status menjadi "close" atau tertutup, memungkinkan arus listrik mengalir ke perangkat yang terhubung seperti lampu.
5. Pengaliran Arus Listrik:
 - a) Arus listrik yang mengalir ke perangkat melewati *Current Transformer (CT)* yang terhubung ke PZEM. CT mendeteksi besaran arus yang mengalir.
6. Pembacaan Data oleh PZEM:
 - a) PZEM membaca parameter listrik seperti tegangan (V), arus (A), dan daya (W) yang mengalir melalui CT. PZEM kemudian mengirimkan data ini ke ESP8266 melalui komunikasi serial.
7. Pengolahan Data oleh ESP8266:
 - a) ESP8266 menerima data dari PZEM dalam bentuk sinyal digital ESP8266 memproses dan memformat data tersebut sesuai dengan kebutuhan *monitoring* daya listrik.
8. Pengiriman Data ke Google Sheets:
 - a) ESP8266 mengirimkan data yang telah diproses ke *Google Sheets* melalui API *Google Sheets*. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memonitor daya listrik secara *real-time* di *Google Sheets*.

Setelah merangkai perangkat keras, tahapan selanjutnya adalah mengatur perangkat lunak yang terdiri dari dua aplikasi: *Blynk* dan *Google Spreadsheet*. Langkah pertama adalah mengonfigurasi aplikasi *Blynk* di *smartphone*. Mulailah dengan mengunduh dan menginstal aplikasi *Blynk*, kemudian buat akun dan proyek baru. Setelah *login*, langkah

pertama adalah klik tanda "+" atau "New Project" di halaman utama aplikasi *Blynk* untuk memulai proyek baru. Beri nama proyek baru "PENERANGAN". Selanjutnya, pilih perangkat, dalam hal ini ESP8266. Pilih jenis koneksi yang akan digunakan, seperti Wi-Fi, untuk memastikan perangkat dapat terhubung dengan aplikasi. Setelah semua pengaturan ini selesai, klik "Create Project" untuk membuat proyek baru Anda. Proyek ini kemudian akan siap untuk diatur lebih lanjut, termasuk menambahkan *widget* dan konfigurasi lainnya yang diperlukan untuk mengontrol perangkat keras yang telah dirangkai.

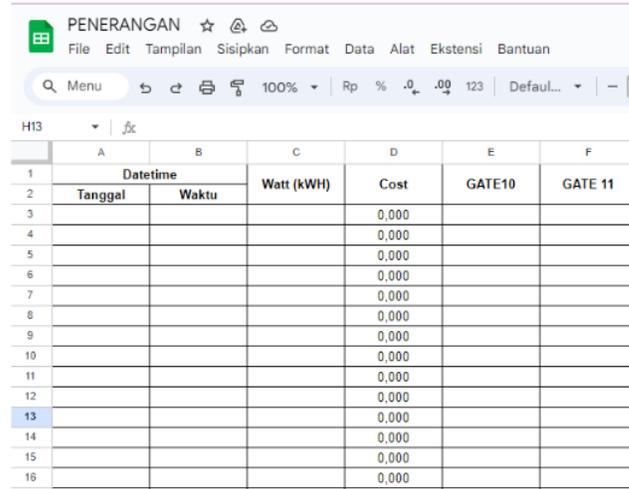
Setelah proyek dibuat, token *autentikasi* akan dikirim ke email Anda. Salin token tersebut karena akan digunakan nanti dalam kode ESP8266. Klik tombol "+" atau "Add Widget" di layar proyek, kemudian pilih *widget* "Button" untuk menambahkan tombol ke antarmuka proyek. Tambahkan tiga tombol dengan cara yang sama untuk "Hidup," dan "Mati". Klik pada setiap tombol yang telah ditambahkan untuk mengatur konfigurasinya, pilih pin yang sesuai yang akan dikontrol oleh tombol, dan beri label pada setiap tombol sesuai fungsinya (Hidup, Mati). Atur mode tombol *Push*. Setelah semua pengaturan selesai, klik ikon "Play" atau "Run" di bagian atas layar untuk memulai proyek. Pastikan perangkat ESP8266 terhubung ke internet dan menggunakan token *autentikasi* yang telah diberikan untuk memastikan semua fungsi bekerja dengan baik.



Gambar IV. 7 Blynk
sumber: penulis (2024)

Setelah mengatur perangkat keras dan aplikasi *Blynk*, langkah selanjutnya adalah mengonfigurasi *Google Spreadsheet* untuk memonitoring sistem. Pertama, buka *Google Drive* dengan masuk ke akun *Google* Anda. Buat *spreadsheet* baru dengan mengklik

tombol "New" di sisi kiri atas dan memilih "Google Sheets." Di baris pertama *spreadsheet*, tambahkan nama kolom-kolom berikut: Tanggal, Waktu, Watt (kWh), Gate 10, Gate 11.



Datetime		Watt (kWh)	Cost	GATE10	GATE 11
Tanggal	Waktu				
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		

Gambar IV. 8 Google Spreadsheet
sumber: penulis(2024)

Selanjutnya, integrasikan *Google Spreadsheet* dengan ESP8266. Buka Google Apps Script dengan memilih "Extensions" > "Apps Script." Buat script untuk menerima data dari ESP8266 dan memasukkannya ke dalam spreadsheet, menggunakan fungsi seperti `doGet(e)` untuk menangani data yang diterima. Publikasikan script sebagai web app dan salin URL yang dihasilkan. Kemudian, modifikasi kode pada ESP8266 untuk mengirim data ke URL yang telah dibuat menggunakan HTTP request. Setelah data yang dikirim sesuai dengan format yang diharapkan oleh script di *Google Apps Script*.

```

1 function doGet(e) {
2   Logger.log(JSON.stringify(e));
3   var result = 'Ok';
4
5   if (!e.parameter || Object.keys(e.parameter).length === 0) {
6     result = 'No Parameters';
7   } else {
8     var sheet_id = '1FIAt8377wZCjW2yXIfj2Boa9e9_EMx6ReM4f89dk'; // Spreadsheet ID
9     var sheet = SpreadsheetApp.openById(sheet_id).getActiveSheet();
10    var newRow = sheet.getLastRow() + 1;
11    var rowData = [];
12    var Curr_Date = new Date();
13    rowData[0] = Curr_Date; // Date in column A
14    var Curr_Time = Utilities.formatDate(Curr_Date, "Asia/Bangkok", "HH:mm:ss");
15    rowData[1] = Curr_Time; // Time in column B
16
17    var relay = e.parameter.relay;
18    var watt = e.parameter.watt;
19    var status = e.parameter.status;
20
21    // Set the watt in column C (index 2)
22    rowData[2] = stripQuotes(watt).replace(".", ",");
23    result += ' ,watt Written on columns C';
24
25    // Check the relay value to decide where to write the status
26    if (relay === "GATE10") {
27      rowData[3] = stripQuotes(status); // status in column D (index 3)
28      result += ' ,status Written on column D';
29    } else if (relay === "GATE11") {
30      rowData[4] = stripQuotes(status); // status in column E (index 4)
31      result += ' ,status Written on column E';
32    } else {
33      result = "unsupported parameter";
34    }
35
36    Logger.log(JSON.stringify(rowData));
37    var newRange = sheet.getRange(newRow, 1, 1, rowData.length);
38    newRange.setValues([rowData]);
39  }
40
41  return ContentService.createTextOutput(result);
42 }
43
44 function stripQuotes(value) {
45   return value.replace(/["'"]|["']"/g, "");
46 }

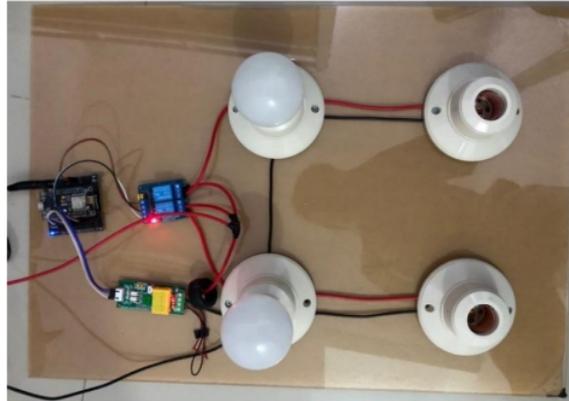
```

Gambar IV. 9 Apps script
sumber: penulis (2024)

Setelah mengatur *Google Spreadsheet* untuk memantau sistem lampu, langkah selanjutnya adalah mengkonfigurasi Arduino IDE untuk memastikan ESP8266 dapat berkomunikasi dengan *spreadsheet* melalui internet. Pertama, buka Arduino IDE di komputer dan pastikan ESP8266 sudah terhubung dengan komputer melalui kabel USB. Berikut langkah-langkah pengaturan pada Arduino IDE:

1. Buka Arduino IDE dan pergi ke menu "File" > "Preferences". Di sana, peneliti perlu menyalin dan menempelkan URL berikut di kotak "Additional Board Manager URLs": http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json. Setelah itu, klik "OK" untuk menyimpan pengaturan. Selanjutnya, pergi ke menu "Tools" > "Board" > "Board Manager", dan cari "esp8266". Instal board manager dari ESP8266 by ESP8266 Community untuk memungkinkan Arduino IDE mengenali dan mendukung board ESP8266 dalam pengembangan proyek.

mengevaluasi performa sistem, mengidentifikasi potensi perbaikan, dan memastikan bahwa solusi yang diimplementasikan memenuhi kebutuhan dan standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahapan ini penting untuk memastikan kehandalan sistem sebelum diterapkan secara lebih luas atau dalam lingkungan operasional yang sesungguhnya. Berikut merupakan gambar dari hasil pembuatan dan pengembangan perangkat keras, dapat dilihat pada gambar IV.11

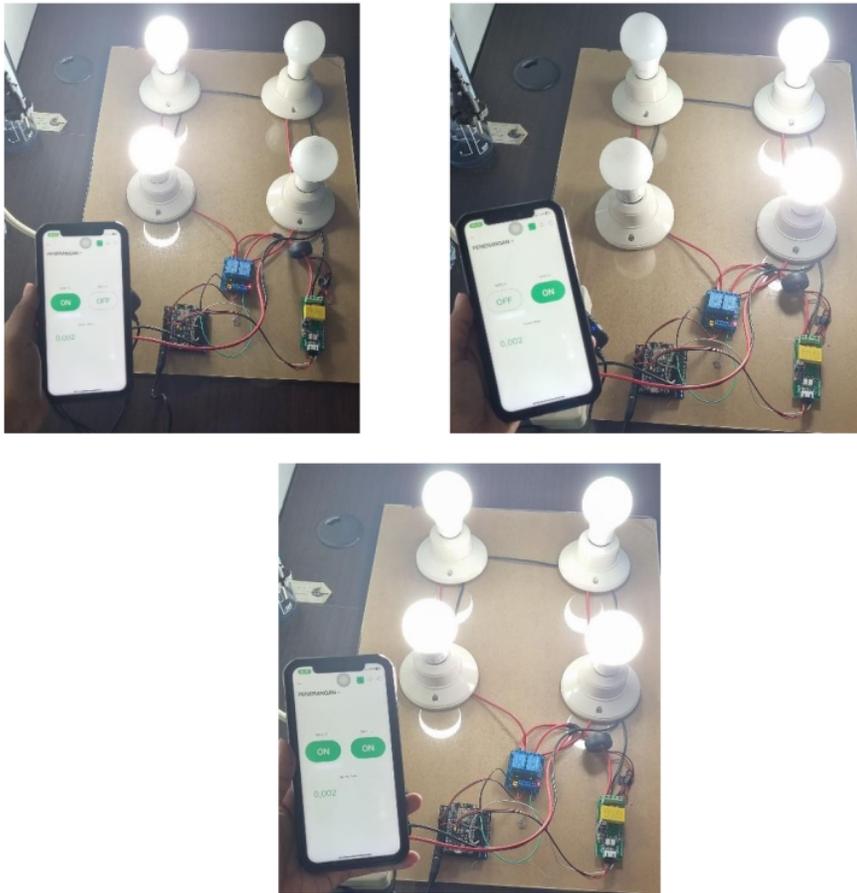


Gambar IV. 11 Hardware
sumber: penulis (2024)

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi waktu dan tenaga dalam pengaturan lampu di terminal, serta untuk mengotomatiskan proses pencatatan yang sebelumnya dilakukan secara manual. Dengan latar belakang ini, dirancanglah sebuah alat yang mengintegrasikan teknologi untuk mengontrol lampu dari jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan monitoring dan pencatatan data Manajemen Operasional Berbasis *Traffic* secara *real-time* menggunakan *Google Spreadsheet*. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi beban kerja manual dalam pengelolaan terminal, sekaligus memastikan bahwa semua proses berjalan efektif sesuai dengan kebutuhan yang ada.

1. Pengujian Kontrol Melalui Aplikasi Blynk

Pengujian kontrol melalui aplikasi *Blynk* dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan fungsi sistem kontrol yang telah dikembangkan. Pengujian ini melibatkan pengendalian lampu pada Gate 10 dan Gate 11 menggunakan aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar berikut, yang menunjukkan efektivitas dan kehandalan sistem dalam mengontrol lampu secara remote melalui aplikasi *Blynk*.



Gambar IV. 12 Kontrol Blynk
sumber: penulis (2024)

Dapat dilihat pada Gambar IV.12 di atas bahwa saat tombol "ON" pada lampu Gate 10 ditekan, indikator daya menampilkan nilai sesuai dengan beban yang dinyalakan. Hal yang sama terjadi ketika tombol pada Gate 11 ditekan, di mana indikator daya juga menunjukkan nilai yang sesuai dengan beban yang diaktifkan.

2. Pengujian Monitoring Melalui Google Spreadsheet

Pengujian Monitoring Melalui *Google Spreadsheet* penting untuk memastikan efektivitas dan keandalan sistem kontrol lampu yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*. Dengan merekam data operasional secara real-time, Hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar IV.13

Datetime		Watt (kWH)	Cost	GATE10	GATE 11
Tanggal	Waktu				
21/07/2024	9:25:30	0,002	3,000	ON	
21/07/2024	9:25:38	0,002	3,000		ON
21/07/2024	9:25:47	0,002	3,000		OFF
21/07/2024	9:25:53	0,002	3,000		ON
21/07/2024	9:27:47	0,002	3,000	OFF	
21/07/2024	9:31:10	0,002	3,000	ON	
21/07/2024	9:34:47	0,002	3,000	OFF	
21/07/2024	9:34:50	0,002	3,000		OFF
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		
			0,000		

Gambar IV. 13 Monitoring Google Sheet
sumber: penulis (2024)

Hasil pengujian pada *Google Spreadsheet*, seperti yang terlihat pada Gambar IV.11, menunjukkan bahwa saat tombol lampu Gate 10 dan Gate 11 ditekan melalui aplikasi *Blynk*, kolom-kolom yang relevan di spreadsheet secara otomatis terisi dengan data yang sesuai. Data yang tercatat mencakup informasi tentang Tanggal, Waktu, Watt (kWh), Gate 10, Gate 11.

Datetime		Watt (kWH)	Cost	GATE10	GATE 11
Tanggal	Waktu				
21/07/2024	9:25:30	0,002	3,000	ON	
21/07/2024	9:25:38	0,002	3,000		ON
21/07/2024	9:25:47	0,002	3,000		OFF
21/07/2024	9:25:53	0,002	3,000		ON
21/07/2024	9:27:47	0,002	3,000	OFF	
21/07/2024	9:31:10	0,002	3,000	ON	
21/07/2024	9:34:47	0,002	3,000	OFF	
21/07/2024	9:34:50	0,002	3,000		OFF
			0,000		

Gambar IV. 14 Hasil Pengujian
sumber: penulis (2024)

I. Hasil pengujian

Pengujian terhadap prototipe sistem otomatisasi manajemen operasional berbasis *traffic* dan kontrol penerangan menggunakan *Internet of Things (IoT)* menunjukkan hasil yang memuaskan. Dalam pengujian kontrol melalui aplikasi *Blynk*, lampu pada Gate 10 dan Gate 11 berhasil diaktifkan dan dimatikan secara remote dengan akurasi tinggi. Indikator daya yang terintegrasi menunjukkan pembacaan yang sesuai dengan konsumsi energi

aktual ketika lampu dinyalakan, membuktikan bahwa sistem ini dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Selain itu, data konsumsi energi yang dikirimkan secara otomatis ke Google Spreadsheet juga tercatat dengan akurasi yang tinggi, mencakup informasi penting seperti tanggal, waktu, dan konsumsi daya (kWh) untuk setiap gate. Hal ini membuktikan bahwa sistem ini mampu melakukan pencatatan data operasional secara real-time, yang sebelumnya dilakukan secara manual.

Pengujian lebih lanjut dilakukan untuk memastikan stabilitas dan efisiensi sistem dalam jangka waktu yang lebih panjang. Hasilnya, sistem menunjukkan konsistensi dalam kontrol penerangan dan pencatatan data selama periode uji coba tanpa mengalami gangguan yang berarti. Penggunaan sensor PZEM-004T untuk pengukuran arus dan *mikrokontroler* ESP8266 yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk terbukti efektif dalam mendukung fungsi otomatisasi yang diinginkan. Secara keseluruhan, prototipe ini tidak hanya berhasil memenuhi ekspektasi awal tetapi juga menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi beban kerja manual di lingkungan bandara.

Selanjutnya, apabila prototipe ini diadaptasikan di Bandar Udara Juanda, perlu dilakukan penyempurnaan dan adaptasi sebagai berikut:

Tabel IV. 3 komponen penyempurnaan

Komponen	Prototype	Real
Relay	2 channel 3.3v	Electromechanical Relay
Esp8266	Esp8266	Esp8266
Pzemp-004t	Pzem-004t	Pzem-004t

Perbaikan tersebut meliputi penggunaan relay yang lebih sesuai dengan kebutuhan operasional di lingkungan nyata, yaitu dengan mengganti relay 2 channel 3.3v dengan Electromechanical Relay yang lebih tahan lama dan handal dalam operasional skala besar.

Berikut keterangan perkiraan perhitungan yang dibutuhkan :

1. Relay

Dalam prototipe, relay yang digunakan adalah relay satu saluran 3.3V, yang tidak cukup untuk aplikasi skala besar. Untuk penerapan di lokasi seperti Bandara Juanda, sangat penting untuk meningkatkan solusi yang lebih kuat. Spesifikasi yang direkomendasikan mencakup Relay Elektromekanis atau Solid State Relay (SSR) dengan kapasitas minimum 20 Ampere masing-masing. Di bawah ini adalah rincian perhitungan yang

diperlukan untuk menentukan konfigurasi relay yang sesuai. Untuk memastikan sistem dapat menangani kebutuhan daya dengan efisien, pertimbangkan perhitungan berikut:

$$Total\ Daya = 1.741 \times 10\ watt = 17.410\ watt = 17,41\ kW$$

$$Arus\ Total = \frac{Total\ Daya}{Tegangan} = \frac{17410}{220} = 79,14\ A$$

$$kapasitas\ Relay = 79,14 \times 1,25 = 98,93A$$

$$jumlah\ relay\ yang\ Dibutuhkan = \frac{79,14}{20} = 3,96$$

dengan demikian, total 4 relay, masing-masing dengan kapasitas 20 A, diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sistem.

2. Esp8266

Dalam sistem prototipe, ESP8266 digunakan sebagai pengontrol utama untuk mengoperasikan lampu melalui aplikasi Blynk. Dengan prototipe yang hanya menggunakan satu modul ESP8266 yang memiliki 11 pin GPIO, kemampuan ini memungkinkan kontrol terbatas pada jumlah perangkat. Namun, dengan jumlah lampu yang perlu dikontrol sebanyak 1.741 buah, dibutuhkan lebih banyak unit ESP8266 untuk memastikan setiap lampu dapat dikendalikan dengan efektif. Untuk menentukan jumlah unit ESP8266 yang diperlukan, kita dapat melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$Jumlah\ ESP8266 = \frac{1741}{11} = 158,27$$

Dengan demikian, untuk mengendalikan 1.741 lampu, dibutuhkan 16 unit ESP8266. Setiap unit ESP8266 akan mengontrol sekitar 11 lampu, memberikan kemampuan pengendalian yang efisien dan terorganisir untuk keseluruhan sistem.

3. Pzem-004T

Dalam sistem pengendalian pencahayaan, Pzem-004T digunakan untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan AC, arus, daya aktif, dan energi. Untuk mengelola dan memantau 1.741 lampu dengan efektif, diperlukan sekitar 18 unit Pzem-004T. Berikut adalah perhitungan rinci mengenai kebutuhan ini:

$$\text{arus per grup} = \frac{1000 \text{ watt}}{220 \text{ Volt}} = 4,55 \text{ A}$$

$$\text{jumlah lampu per grup} = \frac{1000}{10} = 100$$

$$\text{jumlah grup} = \frac{1741}{100} = 17,41$$

Dengan demikian, dibutuhkan 18 unit Pzem-004T untuk memantau setiap grup lampu secara efektif. Setiap Pzem-004T akan bertanggung jawab untuk mengukur parameter listrik dari masing-masing grup, memberikan data yang akurat dan *real-time* untuk pengelolaan energi dan pemantauan sistem.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini, kesimpulan yang dapat diambil adalah Prototipe sistem otomatisasi manajemen operasional berbasis *traffic* dan kontrol penerangan menggunakan *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dibuat dan dapat digunakan sesuai dengan desain. Perangkat keras dirangkai dengan baik, sementara perangkat lunak dapat diintegrasikan untuk mendukung fungsi sistem. Pengujian menunjukkan bahwa prototipe ini dapat dijalankan dengan lancar, memungkinkan kontrol lampu secara remote pada Gate 10 dan Gate 11 melalui aplikasi Blynk. Selain itu, prototipe ini berhasil mencatat seperti tanggal, waktu, daya (watt), status on/off setiap gatenya di google sheet.

B. SARAN

Berdasarkan penelitian dan implementasi sistem otomatisasi dan kontrol penerangan berbasis IoT, terdapat beberapa saran untuk meningkatkan kinerja dan keandalan sistem otomatisasi manajemen operasional berbasis *traffic* dan kontrol penerangan berbasis IoT, beberapa langkah perbaikan diperlukan. Pertama, mengganti relay 2 channel 3.3V dengan Electromechanical Relay atau Solid State Relay (SSR) berkapasitas minimal 20 Ampere untuk mendukung operasional skala besar. Penambahan unit ESP8266 dan PZEM-004T juga diperlukan untuk mengontrol dan memantau 1.741 lampu secara efektif, dengan 16 unit ESP8266 mengendalikan sekitar 11 grup lampu dan 18 unit PZEM-004T memantau setiap grup. Penggunaan mikrokontroler yang lebih banyak memungkinkan pengelompokan lampu yang lebih baik, sehingga pengaturan pencahayaan lebih fleksibel dan efisien. Selain itu, pengembangan algoritma canggih untuk pengaturan pencahayaan berdasarkan data real-time tentang *traffic* dapat meningkatkan efisiensi energi. Integrasi dengan sistem manajemen bandara lainnya akan memberikan analisis dan kontrol lebih komprehensif. Implementasi sistem ini di Bandar Udara Juanda memerlukan adaptasi skala besar, termasuk persiapan infrastruktur, pelatihan teknisi, dan penyusunan prosedur operasi standar. Monitoring dan evaluasi berkala penting untuk memastikan sistem berjalan optimal dan penelitian lanjutan akan terus dilakukan untuk meningkatkan kemampuan dan efisiensi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim Mukti Nasution, S. I., & Nida Fadhilah, Chandra Arifin, S. P. T. (2019). *Pengontrolan lampu jarak jauh dengan nodemcu menggunakan Blynk*. 2, 93–98.
- Alfian, R. D., Haryudo, S. I., Kartini, U. T., & Kholis, N. (2021). *PROTOTYPE Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis Internet of Things*. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(3), 661–670.
- Alone, S., Capstone, O., Model, C., & C, C. (2006). *Technical Reference ESP8266*. February, 1–22.
- Assyauqi, M. I. (2020). Model Pengembangan Borg and Gall. *Institut Agama Islam Negeriegeri*, December, 2–8. <https://www.taufiq.net/2019/09/model-penelitian-pengembangan-borg-and.html>
- Hamdi, F., & Thamrin, T. (2021). Perancangan dan Pembuatan Alat Kontrol Lampu Rumah Otomatis Menggunakan NODEMCU 8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT). *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v9i1.110433>
- Heri Purnadi. (2021). Pemanfaatan Google Spreadsheet Dan Google Data Studio Sebagai Dashboard Suhu Dan Kelembaban Di Laboratorium. *Insan Metrologi PPSDK*, 1(1), 28–33. <https://doi.org/10.55101/ppsdk.v1i1.639>
- Martins, D. S., Studi, P., Informatika, T., & Timur, N. T. (2023). *Pengendalian lampu berbasis iot menggunakan nodemcu dan sensor cahaya*. 14, 38–47.
- Mr-, C., Louis, L., Saddam, Abdulkhaleq, N. I., Hasan, I. J., Salih, N. A. J., Elprocus, Mr-, C., Raj, A., & Random Nerd Tutorials. (2020). Relay Module. *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*, 1(2), 9–10. <https://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/><https://bc-robotics.com/tutorials/controlling-a-solenoid-valve-with-arduino/><https://www.bc-robotics.com/tutorials/controlling-a-solenoid-valve-with-arduino/><https://compo>
- Nissa, H., & Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta Abstrak, S. (2022). Pengaruh Fasilitas Kenyamanan Terhadap Kepuasan Penumpang Di Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak. *Jurnal Ground Handling Dirgantara*, 4(1), 2460–1594.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>
- Pelayanan, S., & Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 178 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan. (2015). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 178 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan Pengguna Jasa Bandar Udara. *Undang–Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Dalam Satu Naskah*, 021, 2018. https://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/permen/2015/PM_178_TAHUN_2015.pdf
- Prasetyo, R. H., Hidayatulloh, S., Studi, P., Informatika, T., Adhirajasa, U., & Sanjaya, R. (2022). *PROTOTYPE Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi BLYNK*. 3(2), 275–286.
- Ridyandhika Riza Ibrahim, Bekti Yulianti, S. M. (2023). *PROTOTYPE MONITORING PEMAKAIAN ARUS LISTRIK PLN BERBASIS IoT*. *Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma*, 1, 43–51.
- Safitri, R. A., & Lampu, S. K. (2018). *PROTOTYPE Sistem Kendali Lampu Pada Gedung Menggunakan Wireless Fidelity (Wifi) Berbasis NodeMCU ESP8266*. xx(xx), 1–8.
- Sirait, E. J., Pujiyanto, A., & Ziliwu, B. W. (2023). Penerapan *Internet of Things* Untuk Pengendalian Lampu Menggunakan NodeMCU ESP8266 Sebagai Media

- Pembelajaran Praktik Di Politeknik Kelautan Dan Perikanan Sorong. *Jurnal Pendidikan*, 11(1), 190–202. <https://doi.org/10.36232/pendidikan.v11i1.2933>
- Tambing, Y., Muhallim, M., & Suppa, R. (2024). *PROTOTYPE SISTEM KONTROL LAMPU BERBASIS Internet of Things (IoT) MENGGUNAKAN NODEMCU*. 12(1).
- Taufiqurohman, M. N., Alfianto, M. A., Yazid, H., Pardosi, R. H., & Pambudi, W. S. (2023). *Sistem Monitoring Energi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sensor PZEM004T dengan Integrasi Firebase dan Blynk*. 529–535.
- Watkins, A. J. (2020). Power factor. *Electrical Installation Calculations: Basic*, 86–88. <https://doi.org/10.4324/9780080953953-15>
- Azali, D. R. (2023). *Digitalisasi Pelayanan Lalu Lintas Orang yang Masuk ke Wilayah Indonesia melalui Autogate Sistem*. <https://doi.org/10.30641/kumhampress.100>
- Wahyuni, D. (2021). Upaya Pemulihan Pariwisata Yogyakarta pada Masa Pandemi Covid-19. *Aspirasi Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 12(2). <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v12i2.2502>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Bimbingan Tugas Akhir

A. SUNARDI, S.T.,M.Pd.,M.T

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	31/05/2024	Pembahasan latar belakang, Rumusan masalah, Dan Batasan masalah. (BAB I)	f
2.	03/06/2024	Penjelasan rangkaian yang akan dirancang dan perbaikan bab I	f
3.	24/06/2024	ACC BAB I Perbaikan dan diskusi BAB I	f
4.	28/06/2024	Metode dan Progres BAB I	f
5.	06/07/2024	Perbaikan dan pembahasan BAB I	f
6.	09/07/2024	Mekanisme alat	f
7.	13/07/2024	Proses mekanisme / alur kerja alat.	f
8.	19/07/2024	Pembahasan BAB I Pararan Power Point	f

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Dosen Pembimbing


M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
NIP. 19810306 200212 1 001


SUNARDI, S.T.,M.Pd.,M.T.
NIP. 19720217 199501 1 001

B. GANDA RUSMANA, S.Si,T.,M.M.

**POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN
AKADEMIK 2023/2024

Nama Taruna : ZUMROTUL KHILMI
NIT : 56192030048
Course : TRBU 01 BRAVO
Judul TA : Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Untuk Manajemen Operasional Berbasis
Traffic Dan Kontrol Penerangan Menggunakan *Internet Of Things*

Dosen Pembimbing : GANDA RUSMANA, S.Si,T.,M.M.

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	19/06/2024	Perbaikan BAB I, BAB II, dan BAB III	
2.	24/06/2024	Diskusi bab I, II, III dan perbaikan.	
3.	02/07/2024	Perbaikan dan diskusi BAB IV	
4.	22/07/2024	Pengujian alat di Gedung Utama.	
5.	28/07/2024	Finis	
6.	23/07/2024	Simpul akhir	
7.			
8.			

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Dosen Pembimbing


M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
NIP. 19810306 200212 1 001


GANDA RUSMANA, S.Si,T.,M.M.
NIP. 19710314 199301 1 002

Lampiran 2 Pembuatan dan Percobaan Alat



Lampiran 3 Arduino IDE

```
38 #define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6beP1dtFY"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "PENERANGAN"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "ld7c6W3GdaZcpQY1Or_6B2tQoXc0LMXG"

15 #include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <PZEM004Tv30.h>

#define PZEM_RX_PIN D5
#define PZEM_TX_PIN D6

PZEM004Tv30 pzem(PZEM_RX_PIN, PZEM_TX_PIN);

#define ON_Board_LED 2
#define RELAY1_PIN D1
#define RELAY2_PIN D2

78 const char* ssid = "PPP"; // GANTI NAMA WIFI
const char* password = "Password123@@"; // GANTI PASWORD WIFI

41 const char* host = "script.google.com";
const int httpsPort = 443;

WiFiClientSecure client;

// Google spreadsheet script ID
String GAS_ID = "AKfycbzVLAzmaHCTd_iFYRq0uEXW-
jJfEcOiFRwaA_twL0NoBNGIUDft9xlzVDI1LUxxrEOR";

// Define variables
double currentValue;
bool relay1State = false;
bool relay2State = false;
float voltage, current, power, energy, frequency, pf;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

8  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");

  pinMode(ON_Board_LED, OUTPUT);
  digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);

  Serial.print("Connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    digitalWrite(ON_Board_LED, LOW);
    delay(200);
    digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);
    delay(200);
```

```

}
digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);
Serial.println("");
Serial.print("Successfully connected to : ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
Serial.println();

client.setInsecure();

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, password);
35
pinMode(RELAY1_PIN, OUTPUT);
pinMode(RELAY2_PIN, OUTPUT);

digitalWrite(RELAY1_PIN, LOW);
digitalWrite(RELAY2_PIN, LOW);
}

void loop() {
  Blynk.run();
  readCurrentSensor();
}
29
// Subroutine for sending data to Google Sheets
void sendData(String relay, float currentData, String lamp) {
  Serial.println("=====");
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);

  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("connection failed");
    return;
  }

  String string_current = String(currentData, 3);
  String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?relay=" + relay + "&watt=" + string_current +
"&status=" + lamp ;
  Serial.print("requesting URL: ");
  Serial.println(url);

  client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
    "Host: " + host + "\r\n" +
    "User-Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" +
    "Connection: close\r\n\r\n");

  Serial.println("request sent");

  while (client.connected()) {
    String line = client.readStringUntil('\n');
    if (line == "\r") {
      Serial.println("headers received");
      break;
    }
  }
  String line = client.readStringUntil('\n');

```

```

Serial.println(line);
if (line.startsWith("{\"state\": \"success\"}")) {
  Serial.println("esp8266/Arduino CI successfull!");
} else {
  Serial.println("esp8266/Arduino CI has failed");
}
Serial.print("reply was : ");
Serial.println(line);
Serial.println("closing connection");
Serial.println("=====");
Serial.println();
//-----
}

BLYNK_WRITE(V1) {
  relay1State = param.asInt();
  currentValue = readCurrentSensor();
  sendData("GATE10", currentValue, relay1State ? "ON" : "OFF");
  // Blynk.virtualWrite(V0, String(currentValue, 3));
  digitalWrite(RELAY1_PIN, relay1State ? HIGH : LOW);
}

BLYNK_WRITE(V2) {
  relay2State = param.asInt();
  currentValue = readCurrentSensor();
  sendData("GATE11", currentValue, relay2State ? "ON" : "OFF");
  // Blynk.virtualWrite(V0, String(currentValue, 3));
  digitalWrite(RELAY2_PIN, relay2State ? HIGH : LOW);
}

float readCurrentSensor() {
  22 // Read the data from the sensor
  voltage = pzem.voltage();
  current = pzem.current();
  power = pzem.power();
  energy = pzem.energy();
  frequency = pzem.frequency();
  pf = pzem.pf();
  float dayaDigunakan;
  14 // Check if the data is valid
  if (isnan(voltage)) {
    voltage = 0;
  }
  else if (isnan(current)) {
    current = 0;
  }
  else if (isnan(power)) {
    power = 0;
  }
  else if (isnan(energy)) {
    energy = 0;
  }
  else if (isnan(frequency)) {
    frequency = 0;
  }
}

```

```

else if (isnan(pf)) {
    pf = 0;
}
else {
    // Print the values to the Serial console
    // Serial.print("Voltage: "); Serial.print(voltage); Serial.println("V");
    // Serial.print("Current: "); Serial.print(current); Serial.println("A");
    // Serial.print("Power: "); Serial.print(power); Serial.println("W");
    // Serial.print("Energy: "); Serial.print(energy,3); Serial.println("kWh");
    // Serial.print("Frequency: "); Serial.print(frequency, 1); Serial.println("Hz");
    // Serial.print("PF: "); Serial.println(pf);
    Blynk.virtualWrite(V0, energy);
    dayaDigunakan = energy;
    Serial.print(energy);
    Serial.print(", ");
    Serial.println(dayaDigunakan);
    delay(500);
}
return dayaDigunakan;
}

```

```

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Blynk/Blynk.h>
3 #include <Blynk/BlynkApi.h>
4 #include <Blynk/BlynkClient.h>
5 #include <Blynk/BlynkServer.h>
6 #include <Blynk/BlynkTimer.h>
7 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
8 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
9 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
10 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
11 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
12 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
13 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
14 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
15 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
16 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
17 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
18 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
19 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
20 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
21 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
22 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
23 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
24 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
25 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
26 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
27 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
28 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
29 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
30 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
31 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
32 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
33 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
34 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
35 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
36 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
37 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
38 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
39 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
40 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
41 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
42 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
43 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
44 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
45 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
46 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
47 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
48 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
49 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
50 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
51 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
52 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
53 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
54 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
55 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
56 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
57 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
58 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
59 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
60 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
61 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
62 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
63 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
64 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
65 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
66 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
67 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
68 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
69 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
70 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
71 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
72 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
73 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
74 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
75 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
76 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
77 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
78 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
79 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
80 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
81 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
82 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
83 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
84 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
85 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
86 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
87 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
88 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
89 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
90 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
91 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
92 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
93 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
94 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
95 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
96 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
97 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
98 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
99 #include <Blynk/BlynkWidget.h>
100 #include <Blynk/BlynkWidget.h>

```

Lampiran 4 Turnitin

Tugas Akhir FIX.docx

ORIGINALITY REPORT

22%	21%	8%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositori.unsil.ac.id Internet Source	3%
2	123dok.com Internet Source	1%
3	repository.its.ac.id Internet Source	1%
4	gf.itb.ac.id Internet Source	1%
5	eprints2.undip.ac.id Internet Source	1%
6	snhrp.unipasby.ac.id Internet Source	1%
7	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	1%
8	elib.pnc.ac.id Internet Source	1%
9	www.coursehero.com Internet Source	<1%

Lampiran 5 Laporan Harian APS

LAPORAN HARIAN TERMINAL 1							
Pekerjaan : Perencanaan Penanganan Dan Instalasi Listrik Terminal Dan Non Terminal Serta Anemometer Ground Lighting di Bandara Internasional Juanda Surabaya			Pengawasan Harian : PTD Harian Tanggal : 17/7/24 Shift : malam				
TEKNIKSI	PUKUL	LOKASI DAN KEGIATAN	ALAT PENUNJANG KEGIATAN	JENIS PERALATAN	KONDISI PERALATAN		KETERANGAN
					JUMLAH PERALATAN YANG MATI ATAU RUSAK	BEKUM DI GANTI	
Nawati Fahri Mafidun	20:00	- Check penanganan Tahan RTT					Normal
	22:00	- Mengganti lampu TL led baru 34 di Lpg 18	Tangga	TL led baru	3	✓	Sudah diganti
	22:30	- Memeriksa penanganan selang					Normal
	22:40	- menyalaikan penanganan selang					dingin
	23:00	- cek Panel 26-31					Normal
	01:30	- bersihkan ruang panel serta sterilisasi corridor	barang magnon sapu				Bersih
	02:30	- menyalaikan penanganan T.					dingin
06:00	- mengaktifkan penanganan selang mati					aktif	
Keterangan : * NORMAL HARUS DI PERIKSA SESUAI KELOMPOK DAN LOKASI HARIAN DI SELURUH AREA TTD GRABER ORANGE * HARUS SELALU MENYALAKAN PENANGANAN SELANG DAN PENANGANAN LISTRIK TERMINAL PAKSI, PENANGANAN SUB PAKSI, * HARUS MELAKUKAKAN BERSIH PAKSI, TANGKUNG JALAN * PERIKSA DAN SELALU PERIKSA PENANGANAN YANG ADA DI TERMINAL * PERIKSA DAN BERSIH PETAKELOMPOK					Ditanda-tandai, Pengawasan Harian 	Dibuat Oleh, Teknisi 	

LAPORAN HARIAN TERMINAL 1							
Pekerjaan : Perencanaan Penanganan Dan Instalasi Listrik Terminal Dan Non Terminal Serta Anemometer Ground Lighting di Bandara Internasional Juanda Surabaya			Pengawasan Harian : PTD Harian Tanggal : 17-7-2024 Shift : Pagi - Siang				
TEKNIKSI	PUKUL	LOKASI DAN KEGIATAN	ALAT PENUNJANG KEGIATAN	JENIS PERALATAN	KONDISI PERALATAN		KETERANGAN
					JUMLAH PERALATAN YANG MATI ATAU RUSAK	BEKUM DI GANTI	
Basuki Fajar Tanjung	08:00	- Cek lampu penanganan umum T1, I RTT.					Normal
	09:08	- Memeriksa penanganan atap rendah area Ruang tunggu Gate 14.					Sudah dimatikan
		- Memeriksa penanganan atap rendah lobby dalam ked. 1A.					Sudah dimatikan
	11:00	- Perbaiki panel di Lpg 27-31.	-Tangga				Rutin
		- Merespon info dari TI untuk lampu penanganan Mushollah Gate 11 tidak bisa menyala, setelah di cek trip dari panel Lpg 24.	-Tangga				Sudah dimatikan dan dinyalakan (on).
	13:30	- Bersihkan ruangan panel dan cek terminasi di panel SDP tenant Lpg.	-Magnon -Kros				Bersih & Normal
16:30	- Memeriksa dan cek ulang penanganan Gedung T1 & RTT.					Sudah dimatikan	
17:30	- Cek beban Ampere di Lpg/LPE 29.	-Tangga					
Keterangan : * NORMAL HARUS DI PERIKSA SESUAI KELOMPOK DAN LOKASI HARIAN DI SELURUH AREA TTD GRABER ORANGE * HARUS SELALU MENYALAKAN PENANGANAN SELANG DAN PENANGANAN LISTRIK TERMINAL PAKSI, PENANGANAN SUB PAKSI, * HARUS MELAKUKAKAN BERSIH PAKSI, TANGKUNG JALAN * PERIKSA DAN SELALU PERIKSA PENANGANAN YANG ADA DI TERMINAL * PERIKSA DAN BERSIH PETAKELOMPOK					Ditanda-tandai, Pengawasan Harian 	Dibuat Oleh, Teknisi 	

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas akhir : “*PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS *TRAFFIC* DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan Kc-01, Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : ZUMROTUL KHILMI

NIT : 56192030048

PEMBIMBING I

SUNARDI, S.T.,M.Pd.,M.T

Penata Tk.1 (III/d)

NIP: 19720217 199501 1 001

PEMBIMBING II

GANDA RUSMANA, S.Si.T.,M.M.

Pembina (IV/a)

NIP: 19710314 199301 1 002

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : "*PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI MANAJEMEN OPERASIONAL BERBASIS *TRAFFIC* DAN KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan Ke-01, Politeknik Penerbangan Palembang- Palembang. Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada Tanggal 25 Juli 2024.

KETUA



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP: 19810306 200212 1 001

SEKRETARIS



SUNARDI, S.T.,M.Pd.,M.T
Penata Tk.1 (III/d)
NIP: 19720217 199501 1 001

ANGGOTA



Dr. Ir. SETIYO, M.M.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP: 19601127 198002 1 001

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	3%
2	repositori.unsil.ac.id Internet Source	2%
3	123dok.com Internet Source	1%
4	repository.poltekbangplg.ac.id Internet Source	1%
5	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	1%
6	eprints2.undip.ac.id Internet Source	<1%
7	blog.idrusproject.com Internet Source	<1%
8	Submitted to Universiti Teknologi Petronas Student Paper	<1%
9	forum.arduino.cc Internet Source	<1%

10	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
11	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
12	www.scribd.com Internet Source	<1 %
13	docobook.com Internet Source	<1 %
14	e-research.siam.edu Internet Source	<1 %
15	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
16	core.ac.uk Internet Source	<1 %
17	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
18	docplayer.info Internet Source	<1 %
19	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
20	pmb.brin.go.id Internet Source	<1 %
21	www.scilit.net Internet Source	<1 %

22	dspace.uui.ac.id Internet Source	<1 %
23	repo.undiksha.ac.id Internet Source	<1 %
24	sisformik.atim.ac.id Internet Source	<1 %
25	dokumen.tips Internet Source	<1 %
26	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
27	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
28	Submitted to Universitas Lancang Kuning Student Paper	<1 %
29	rkarthikkumaracademy.blogspot.com Internet Source	<1 %
30	Tiara Maharani. "Perkembangan Penggunaan Internet Of Things Untuk Masa Yang Akan Datang", Open Science Framework, 2023 Publication	<1 %
31	Submitted to Universitas Musamus Merauke Student Paper	<1 %
32	e-theses.iaincurup.ac.id Internet Source	<1 %

33	jurnal.stie.asia.ac.id Internet Source	<1 %
34	jurnalnasional.ump.ac.id Internet Source	<1 %
35	Submitted to Walsh College Student Paper	<1 %
36	digilib.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %
37	elib.pnc.ac.id Internet Source	<1 %
38	ocw.cs.pub.ro Internet Source	<1 %
39	repository.stkippacitan.ac.id Internet Source	<1 %
40	www.pegipegi.com Internet Source	<1 %
41	eprints.utar.edu.my Internet Source	<1 %
42	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
43	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
44	eko-sg.blogspot.com Internet Source	<1 %

45	etheses.uingusdur.ac.id Internet Source	<1 %
46	indonesian.arduinostarterskit.com Internet Source	<1 %
47	repo.usni.ac.id Internet Source	<1 %
48	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
49	Submitted to Landmark University Student Paper	<1 %
50	Submitted to State Islamic University of Alauddin Makassar Student Paper	<1 %
51	ejournal.undiksha.ac.id Internet Source	<1 %
52	jdih-jakarta.kemenkumham.go.id Internet Source	<1 %
53	Sonia Hadiyanti, Harmayetty Harmayetty, Ika Yuni Widyawati. "(RETRACTED) Pengaruh Pemberian Model Latihan Isometrik Terhadap Kadar Glukosa Darah Pada Mencit (Mus Musculus) Diabetes Mellitus", Jurnal Keperawatan Terpadu (Integrated Nursing Journal), 2019 Publication	<1 %

54 Submitted to Universitas Muhammadiyah
Sidoarjo Student Paper <1 %

55 Submitted to Universitas Negeri Jakarta
Student Paper <1 %

56 e-campus.iainbukittinggi.ac.id
Internet Source <1 %

57 repository.upnvj.ac.id
Internet Source <1 %

58 Davit Nurhannavi, Fajar Yumono, Putri Nur
Rahayu. "Design of Supplemental Security
Tool Based On Motorcycle NODEMCU And
IOT Using GPS", JTECS : Jurnal Sistem
Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol
Power Sistem dan Komputer, 2021
Publication <1 %

59 Imanuel Teguh Harisantoso, Yohana
Balambeu, Jetro Cristian Tiopan Simanullang.
"Eklesiologi Disabilitas dalam Perspektif
Budaya Jawa", DUNAMIS: Jurnal Teologi dan
Pendidikan Kristiani, 2024
Publication <1 %

60 ejournalunb.ac.id
Internet Source <1 %

61 repository.pnj.ac.id
Internet Source <1 %

62	te.ftik.hangtuah.ac.id Internet Source	<1 %
63	Wasis Desti Cindy Syafitri, Mariana Diah Puspitasari, Fathurrozi Winjaya. "Pengaruh Jumlah Penumpang dan Durasi Buka Tutup Pintu Terhadap Perubahan Suhu (Studi Kasus: Kereta Inspeksi PPI Madiun)", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2024 Publication	<1 %
64	digilib.uinsa.ac.id Internet Source	<1 %
65	eprints.ummetro.ac.id Internet Source	<1 %
66	jurnal.pnj.ac.id Internet Source	<1 %
67	repositori.usu.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
68	repository.uph.edu Internet Source	<1 %
69	smart.stmikplk.ac.id Internet Source	<1 %
70	Annisa Salsabila Ariska, M Rudi Sanjaya. "Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Aplikasi Sistem Informasi Akademik (Siakad) Berbasis Website Menggunakan Metode End-User	<1 %

Computing Satisfaction (EUCS)", Indonesian Journal of Computer Science, 2024

Publication

71 Nurlaila Nurlaila, Solmin Paembonan, Rinto Suppa. "RANCANG PENDETEKSIAN KECEPATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024

Publication

<1 %

72 anzdoc.com

Internet Source

<1 %

73 ejournal.ahs-edu.org

Internet Source

<1 %

74 eprints.uny.ac.id

Internet Source

<1 %

75 etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

<1 %

76 jurnal.sttkd.ac.id

Internet Source

<1 %

77 mafiadoc.com

Internet Source

<1 %

78 pustaka.sttw.ac.id

Internet Source

<1 %

79 repo.poltekbangsby.ac.id

Internet Source

<1 %

80	repository.fe.unj.ac.id Internet Source	<1 %
81	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
82	translate.evernote.com Internet Source	<1 %
83	wikielektronika.com Internet Source	<1 %
84	www.omanobserver.om Internet Source	<1 %
85	diaryofpasjrin.blogspot.com Internet Source	<1 %
86	dspace.ucuenca.edu.ec Internet Source	<1 %
87	eprints.uns.ac.id Internet Source	<1 %
88	erus.uz Internet Source	<1 %
89	theses.lib.ntust.edu.tw Internet Source	<1 %
90	id.123dok.com Internet Source	<1 %
91	idoc.pub Internet Source	<1 %

92	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
93	pingujie.blogspot.com Internet Source	<1 %
94	radentaufiq.wordpress.com Internet Source	<1 %
95	repository.ittelkom-pwt.ac.id Internet Source	<1 %
96	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
97	www.mditack.co.id Internet Source	<1 %
98	www.metrokalimantan.com Internet Source	<1 %
99	www.microthings.id Internet Source	<1 %
100	www.ptpjb.com Internet Source	<1 %
101	Diana Rahmawati, Riza Alfita, Mohammad Izhandi Ifan Nur Rohman, Rosida Vivin Nahari et al. "Rancang Bangun Trainer Mesin Cuci Dua Tabung Berbasis Arduino Nano", Energy : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik, 2024 Publication	<1 %

repo.bunghatta.ac.id

102

Internet Source

<1 %

103

Adam Chorry Revandha, Andi Syaputra.
"Pengaruh Kinerja Petugas Check-in Counter terhadap Kepuasan Penumpang Maskapai Pelita Air PT. Gapura Angkasa Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya", Indonesian Journal of Aviation Science and Engineering, 2024

Publication

<1 %

104

www.taufiq.net

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

TR01B_ZUMROTUL KHILMI_TA.pdf

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80
