

***PROTOTYPE* SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN
APRON *FLOODLIGHT* VVIP BANDARA
INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Oleh

MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT. 56192110016



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

Juli 2025

***PROTOTYPE* SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN
APRON *FLOODLIGHT* VVIP BANDARA
INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA**

TUGAS AKHIR

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

Oleh

MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT. 56192110016



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

Juli 2025

ABSTRAK

***PROTOTYPE* SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN APRON *FLOODLIGHT* VVIP BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA**

Oleh

MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT. 56192110016

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Bandara Internasional Juanda Surabaya merupakan gerbang utama mobilitas udara di Indonesia yang memerlukan infrastruktur pendukung yang andal, khususnya sistem pencahayaan pada area apron VVIP. *Floodlight* pada area ini memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan operasional. Sistem yang digunakan saat ini menggunakan sensor cahaya yang sering mengalami gangguan serta tidak dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Permasalahan ini meningkatkan risiko terhadap keselamatan dan keamanan penerbangan di area apron VVIP. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem kendali dan pemantauan *floodlight* VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) level 1 metode ini dipilih karena peneliti dapat merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi *prototype* secara sistematis melalui tahapan yang terstruktur sehingga dapat menghasilkan solusi yang tepat guna, efektif, dan inovatif dalam menjawab permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Selain itu, metode ini juga memberikan ruang untuk melakukan uji coba langsung terhadap produk yang dikembangkan, memperbaiki kekurangan berdasarkan hasil evaluasi, dan memastikan bahwa *prototype* yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 Devkit sebagai pengendali utama yang terhubung ke jaringan internet. Pengguna dapat mengakses sistem melalui platform website *arduino cloud* yang mendukung pengendalian melalui komputer maupun smartphone. Sistem juga dilengkapi dengan fitur pengaturan jadwal, intensitas cahaya, dan sensor ACS 712 untuk pemantauan listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam mengendalikan dan

memantau *floodlight* secara jarak jauh. Penerapan sistem ini dapat meningkatkan keselamatan dan keamanan penerbangan, mengurangi risiko akibat gangguan pencahayaan, serta mendukung penghematan energi di lingkungan bandara. Sistem ini juga dapat diperluas ke skala yang lebih besar dengan penambahan fitur sesuai kebutuhan.

Kata Kunci: *Arduino cloud, floodlight, internet of things*

ABSTRACT

PROTOTYPE OF CONTROL AND MONITORING SYSTEM APRON FLOODLIGHT VVIP JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT SURABAYA

By

MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT. 56192110016

Airport Engineering Technology Study Program

Bachelor of Applied Science Program

Juanda International Airport, Surabaya, is the main gateway for air mobility in Indonesia, requiring reliable supporting infrastructure, particularly the lighting system in the VVIP apron area. Floodlights in this area play a crucial role in supporting operational activities. The current system utilizes light sensors that frequently experience disruptions and cannot be monitored and controlled remotely. This issue increases the risk to flight safety and security in the VVIP apron area. The purpose of this study is to design a control and monitoring system for the VVIP floodlights at Juanda International Airport, Surabaya. This study uses the Research and Development (R&D) method. This method was chosen because it allows researchers to systematically design, develop, and evaluate prototypes through structured stages, resulting in appropriate, effective, and innovative solutions to address the research issues. In addition, this method also provides space for conducting direct trials of the developed product, correcting deficiencies based on the evaluation results, and ensuring that the resulting prototype truly meets the research needs and objectives. The system is designed using an ESP32 Devkit microcontroller as the main controller connected to the internet. Users can access the system through the Arduino Cloud website platform, which supports control via computer or smartphone. The system also features scheduling, light intensity settings, and an ACS 712 sensor for electricity monitoring. Test results show that the system functions well in remotely controlling and monitoring floodlights.

Implementing this system can improve flight safety and security, reduce risks from lighting disruptions, and support energy savings in airport environments. The system can also be expanded to a larger scale with additional features as needed.

Keywords: Arduino cloud, floodlight, internet of things

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: “*PROTOTYPE* SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN APRON *FLOODLIGHT* VVIP BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT : 56192110016

PEMBIMBING I

Ir. ASEP MUHAMAD SOLEH, S.Si.T., S.T., M.Pd.

Pembina (IV/a)

NIP. 19750621 199803 1 002

PEMBIMBING II

Dr. BAMBANG SETIAWAN, S.Kom., M.T.

Pembina Tk.1 (IV/b)

NIP. 19800305 200502 1 001

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 KENDALI DAN PEMANTAUAN APRON *FLOODLIGHT* VVIP BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan pada tanggal 15 Juli 2025.

KETUA



SUPRIYADI, S.Si.T., M.Sc.

Pembina Tk.1 (IV/b)

NIP. 19800531 2005021 002

SEKRETARIS



Ir. ASEP MUHAMAD SOLEH, S.Si.T., S.T., M.Pd.

Pembina (IV/a)

NIP. 19750621 199803 1 002

ANGGOTA



YAYUK SUPRIHARTINI, S.Si.T., M.A.

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19830725 2008122 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT : 56192110016

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “*PROTOTYPE SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN APRON FLOODLIGHT VVIP BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA*” merupakan karya asli saya bukan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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 mana pun.

Palembang, 15 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT. 56192110016

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:

Arridho, M.F. (2025): *PROTOTYPE SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN APRON FLOODLIGHT VVIP BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA* 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 Ibnu Amirudin dan Ibunda Sri Utaminingrum

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, berkah, dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu. Pada kesempatan ini, penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, khususnya kepada yang penulis hormati:

1. Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
2. Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
3. Ir. Asep Muhamad Soleh, S.Si.T., S.T., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir.
4. Dr. Bambang Setiawan, S.Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir.
5. Dosen dan Civitas Akademika Politeknik Penerbangan Palembang
6. Airport Electrical Maintenance Bandara Internasional Juanda Surabaya
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga dapat terselesaikannya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan seluruh pembaca.

Palembang, 15 Juli 2025



MUHAMMAD FAIQ ARRIDHO

NIT. 56192110016

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	v
PENGESAHAN PEMBIMBING	vii
PENGESAHAN PENGUJI	viii
PERNYATAAN KEASLIAN	ix
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penulisan	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Deskripsi Teori	5
1. Keselamatan Penerbangan	5
2. Apron	5
3. Pencahayaan Bandara	6
4. <i>Prototype</i>	11
B. Teori Pendukung	11
1. <i>Internet of Things</i>	11

2. Arduino IDE.....	12
3. <i>Arduino cloud</i>	13
4. ESP32 Devkit.....	13
5. Dimmer	14
6. Sensor ACS 712	15
C. Penelitian yang Relevan	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
A. Desain Penelitian.....	20
1. Potensi dan Masalah	21
2. Pengumpulan data atau informasi.....	21
3. Desain Produk.....	23
4. Validasi Desain.....	23
5. Revisi Desain	24
6. Pembuatan Produk	24
7. Ujicoba Produk	24
B. Pohon Masalah.....	24
C. Kondisi Saat Ini	29
D. Kondisi yang diharapkan.....	31
E. Konsep Perencanaan <i>Prototype</i>	32
1. Desain Instrument <i>Prototype</i>	32
2. Komponen <i>Prototype</i>	33
F. Teknik Pengujian	34
1. Teknik Pengujian Alat.....	34
2. Teknik Pengujian Data	34
G. Tempat dan Waktu Penelitian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37

A. Hasil	37
1. Gambaran Umum Sistem Rancangan	37
2. Rancangan Mekanik.....	40
3. Rancangan <i>Hardware</i>	40
4. Rancangan Software	43
5. Validasi Kelayakan.....	51
6. Pengujian Alat.....	52
7. Standar Operasional Prosedur Pengoperasian Alat	58
8. <i>Troubleshooting</i>	60
B. Pembahasan	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	64
A. Simpulan	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Data Sheet Komponen	70
LAMPIRAN B. Perancangan dan Pembuatan <i>Prototype</i>	74
LAMPIRAN C. Wawancara.....	76
LAMPIRAN D. Validasi Ahli	77
LAMPIRAN E. Dokumentasi Validasi Ahli Desain dan Alat.....	79
LAMPIRAN F. Lembar Bimbingan.....	80
LAMPIRAN G. Hasil Cek Plagiarisme	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Ketinggian tiang untuk menghindari silau.....	7
Gambar II. 2 Iustrasi sudut floodlight secara vertikal.....	7
Gambar II. 3 Iustrasi sudut floodlight secara horizontal.....	8
Gambar II. 4 Lampu halida logam master hpi-t.....	9
Gambar II. 5 Lampu natrium	10
Gambar II. 6 Lampu LED	10
Gambar II. 7 Internet of Things	12
Gambar II. 8 Arduino IDE	12
Gambar II. 9 Arduino cloud	13
Gambar II. 10 ESP32 Devkit	14
Gambar II. 11 Dimmer	15
Gambar II. 12 ACS 712.....	16
Gambar II. 13 Relay.....	17
Gambar III. 1 Flowchart metode RnD Borg and Gall.....	20
Gambar III. 2 Pohon Masalah Penelitian	25
Gambar III. 3 Flowchart kondisi saat ini	29
Gambar III. 4 Apron floodlight VVIP	30
Gambar III. 5 Lokasi apron floodlight VVIP	30
Gambar III. 6 Flowchart kondisi yang diharapkan	31
Gambar III. 7 Desain instrument prototype	32
Gambar IV. 1 Desain <i>prototype</i>	38
Gambar IV. 2 Wiring prototype.....	38
Gambar IV. 3 Flowchart cara kerja prototype	39
Gambar IV. 4 Hasil perakitan prototype	40
Gambar IV. 5 Pengukuran input tegangan menggunakan multimeter	40
Gambar IV. 6 Pengujian input tegangan listrik 220 V ke AC dimmer.....	43
Gambar IV. 7 Tampilan logo aplikasi arduino ide	43
Gambar IV. 8 Tampilan awal arduino ide	44
Gambar IV. 9 Tampilan verify arduino ide.....	48
Gambar IV. 10 Tampilan done compiling arduino ide	48
Gambar IV. 11 Tampilan logo pada platform arduino cloud.....	49

Gambar IV. 12 Membuat template pada platform arduino cloud.....	49
Gambar IV. 13 Tampilan pada platform arduino cloud.....	50
Gambar IV. 14 Floodlight ON.....	53
Gambar IV. 15 Floodlight OFF	53
Gambar IV. 16 Pengujian step intensitas cahaya	54
Gambar IV. 17 Grafik pembacaan output floodlight.....	56
Gambar IV. 18 Pengontrolan floodlight menggunakan dimmer	57
Gambar IV. 19 Tampilan timer pada arduino cloud	57
Gambar IV. 20 Floodlight bekerja sesuai timer	58

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian yang relevan.....	17
Tabel III. 1 Instrument Observasi.....	22
Tabel III. 2 Data narasumber.....	23
Tabel III. 3 Instrument Wawancara	23
Tabel III. 4 Data floodlight VVIP	31
Tabel III. 5 Komponen <i>Prototype</i>	33
Tabel III. 6 Tabel validasi.....	35
Tabel III. 7 Waktu penelitian.....	36
Tabel IV. 1 Pengujian input tegangan menggunakan multimeter.....	41
Tabel IV. 2 Tampilan coding arduino ide	44
Tabel IV. 3 Hasil validasi ahli desain	51
Tabel IV. 4 Komentar dan saran ahli desain.....	51
Tabel IV. 5 Hasil validasi ahli alat.....	52
Tabel IV. 6 Komentar dan saran ahli alat	52
Tabel IV. 7 Pengujian arus pada step intensitas cahaya 70%	54
Tabel IV. 8 Pengukuran arus output floodlight	54
Tabel IV. 9 Troubleshooting Prototype.....	60

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
VVIP	<i>Very Very Important Person</i>	1
OJT	<i>On the Job Training</i>	1
ATC	<i>Air Traffic Controler</i>	2
IoT	<i>Internet of Things</i>	2
LED	<i>Light Emitting Diode</i>	10
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	12
R&D	<i>Research and Development</i>	20
MPH	<i>Main Power House</i>	29
MOS	<i>Manual of Standard</i>	38
Lambang		
°	Derajat	7
Θ	Theta	7
%	Persen	35
I	Arus	55
mA	miliampere	55

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandara Internasional Juanda Surabaya merupakan gerbang utama dalam mendukung transportasi udara di Indonesia. Bandara Juanda mempunyai peran penting yaitu menghubungkan penerbangan domestik dan internasional, mendukung konektivitas udara, dan pertumbuhan ekonomi nasional (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2019). Bandara Juanda bertanggung jawab memastikan kelancaran mobilitas masyarakat termasuk pejabat negara dan tamu *Very Very Important Person* (VVIP) seperti presiden, menteri, dan pejabat tinggi daerah. Aspek keselamatan dan kenyamanan di bandara merupakan prioritas utama untuk mendukung operasional penerbangan, salah satu faktor krusial pada keselamatan dan keamanan di bandara adalah sistem pencahayaan, terutama di area apron yang digunakan untuk parkir, pemeliharaan, dan persiapan pesawat sebelum keberangkatan (Prasetyo & Pradana, 2022). Pencahayaan yang optimal di apron sangat penting terutama pada malam hari dan kondisi cuaca buruk untuk memastikan visibilitas yang baik bagi teknisi, pilot, dan petugas bandara. Sistem pencahayaan yang memadai meningkatkan keselamatan operasional, mengurangi risiko kecelakaan, dan memastikan kelancaran aktivitas penerbangan (Suprihartini, 2019).

Apron floodlight merupakan jenis lampu penerangan yang dirancang khusus untuk memberikan pencahayaan pada area apron bandara yaitu area tempat parkir pesawat, proses naik turun penumpang, pengisian bahan bakar, dan kegiatan pemeliharaan ringan (Andika dkk., 2023). Standar pencahayaan *floodlight* telah ditetapkan pada ANNEX 14 Aerodrome Design Manual Part 4 berdasarkan ketentuan tersebut intensitas pencahayaan *floodlight* pada apron harus memenuhi persyaratan minimal sebesar 20 lux. Saat ini, apron *floodlight* VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya memiliki 4 parking stand dilengkapi dengan 3 tiang *floodlight* dengan sistem pengoperasian menggunakan sensor cahaya. Berdasarkan pengamatan penulis dalam pelaksanaan *On the Job Training* (OJT), penulis menemukan sebuah

permasalahan pada sistem operasional pencahayaan apron VVIP, permasalahan yang ditemukan yaitu:

1. Penggunaan sensor cahaya dimana sensor ini sering mengalami kegagalan dalam pembacaan cahaya.
2. Ketika terjadi error pada sensor cahaya pada *floodlight* teknisi listrik harus mendatangi panel *floodlight* pada apron VVIP.
3. Belum adanya sistem kendali, dan pemantauan *floodlight* jarak jauh.

gangguan pada *floodlight* mengakibatkan keterlambatan dalam deteksi gangguan, ketidaksiapan sistem pencahayaan saat dibutuhkan, membahayakan keselamatan, keamanan penerbangan, dan sistem yang tidak efisien ini menghambat kinerja teknisi listrik (Akbar dkk., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya membahas tentang sistem pencahayaan apron di bandara mengimplementasikan IoT dan mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional. Penelitian pertama tentang sistem otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) di Bandar Udara Internasional Yogyakarta menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis sensor dapat meningkatkan pencahayaan apron sesuai standar 20 lux dan mengurangi ketergantungan pada pengontrolan manual (Fachregi N, 2024). Penelitian kedua mengembangkan sistem kendali remote apron *floodlight* dengan *blynk*, yang memungkinkan teknisi mengontrol pencahayaan dari jarak jauh dan meningkatkan efisiensi waktu (Mubarak dkk., 2022). Penelitian ketiga menyusun prototipe pemantauan *floodlight* berbasis sms *gateway* dan *arduino*, memberikan solusi otomatis untuk mendeteksi kegagalan sistem pencahayaan di apron bandara (Darminto dkk., 2018). Penelitian keempat melakukan kajian pentingnya desain apron *floodlight* yang memperhitungkan distribusi cahaya, efisiensi energi, dan koordinasi operasional untuk memastikan standar keselamatan penerbangan terpenuhi. Berbagai sistem otomatisasi telah diterapkan dalam pengelolaan fasilitas bandara (Marthamillenia dkk., 2023). Namun kajian yang secara spesifik membahas implementasi *arduino cloud* untuk sistem pemantauan dan pengendalian apron *floodlight* pada area VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya, yang memuat sistem *timer*, sensor ACS 712, dan dimmer

arus masih terbatas. Sebagai solusi, penulis mengangkat topik penelitian berjudul "*PROTOTYPE* SISTEM KENDALI DAN PEMANTAUAN APRON *FLOODLIGHT* VVIP BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA". Melalui penerapan sistem ini, teknisi listrik dapat memantau dan mengendalikan *floodlight* secara *real-time* melalui perangkat yang terhubung dengan internet, dan memastikan bahwa *floodlight* dalam kondisi operasional yang optimal.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana merancang *prototype* sistem kendali dan pemantauan apron *floodlight* vvip bandara internasional juanda surabaya?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, Sistem ini dirancang untuk pengendalian dan pemantauan *floodlight* pada area VVIP apron Bandara Internasional Juanda Surabaya dengan *prototype* yang dibatasi pada tahap pengujian alat.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang *prototype* sistem kendali dan pemantauan apron *floodlight* VVIP bandara internasional juanda surabaya.

E. Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penulisan penelitian ini antara lain:

1. Aspek Keselamatan

Dengan penerangan yang dapat dikendalikan dan dipantau secara *real time*, aktivitas di apron area VVIP dapat berjalan lancar, mengurangi risiko kecelakaan, dan memastikan kenyamanan bagi semua pihak yang terlibat

2. Aspek Teknologi

Dengan mengadopsi teknologi IoT pada sistem kendali dan pemantauan *floodlight*, Dapat menghasilkan alat untuk dikembangkan lebih lanjut di Bandar Udara

3. Aspek Efisiensi

Dengan sistem ini, teknisi listrik tidak perlu melakukan pemantauan atau pengoperasian *floodlight* apron secara manual di apron. Seluruh proses dapat dikendalikan dan dipantau *real time* melalui *arduino cloud*.

F. Sistematika Penulisan

Penyusunan penelitian pada tugas akhir ini disusun secara sistematis agar memudahkan dalam memahami permasalahan yang dianalisis. Penelitian ini memuat beberapa bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Memuat pembahasan mengenai uraian latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjabarkan landasan teori yang digunakan dalam penelitian, mencakup teori yang mendukung dan hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai pedoman pengembangan *prototype*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode penelitian, desain penelitian, kondisi saat ini, kondisi yang diharapkan, konsep perencanaan *prototype*, teknik pengujian, tempat dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan penerapan metodologi penelitian yang telah dilakukan, disertai dengan pembahasan dan perancangan produk yang dihasilkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat rangkuman keseluruhan dari hasil penelitian dan pembahasan, dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk pengembangan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

Deskripsi teori menguraikan konsep-konsep dasar dan landasan ilmiah yang menjadi acuan dalam penelitian, pada penelitian ini di antaranya:

1. Keselamatan Penerbangan

Keselamatan penerbangan merupakan aspek krusial yang diatur pada Undang-Undang Nomor 1 tahun 2009 karena menyangkut keselamatan penumpang dan efisiensi sistem operasional penerbangan. Dalam hal ini, setiap fasilitas bandara memiliki kewajiban untuk mematuhi standar keselamatan penerbangan yang telah ditetapkan untuk mencegah berbagai potensi kecelakaan, serta menjamin kelancaran dan efisiensi aktivitas penerbangan secara keseluruhan. Salah satu aspek penting dari keselamatan adalah sistem pencahayaan yang memadai, karena pencahayaan yang optimal tidak hanya membantu dalam mengurangi risiko kecelakaan seperti tabrakan antar kendaraan operasional di area bandara, tetapi juga meminimalisir kesalahan teknis saat proses perawatan pesawat berlangsung, serta mampu mendeteksi dan mencegah ancaman terhadap keamanan bandara (Gunawan, 2023).

2. Apron

Apron merupakan area yang terletak di sisi udara dari bandara digunakan untuk mendukung berbagai aktivitas penting dalam operasional penerbangan (Aditya dkk., 2020). Area ini berfungsi sebagai lokasi parkir pesawat setelah mendarat maupun sebelum lepas landas, serta menjadi tempat utama untuk pelaksanaan sejumlah kegiatan krusial, seperti proses penurunan dan pengangkutan penumpang, pengisian bahan bakar pesawat, pemuatan dan pembongkaran bagasi serta kargo, pemeriksaan teknis, dan perawatan ringan pesawat. Selain itu, apron juga berperan sebagai titik awal atau titik transit bagi pergerakan pesawat dari terminal menuju taxiway yang kemudian terhubung ke runway (landasan pacu), atau sebaliknya. Dengan demikian, apron memiliki peran strategis dalam mendukung efisiensi lalu

lintas penerbangan, menjamin keselamatan operasional, serta memastikan keterpaduan antara berbagai komponen penting dalam sistem bandara secara menyeluruh.

3. Pencahayaan Bandara

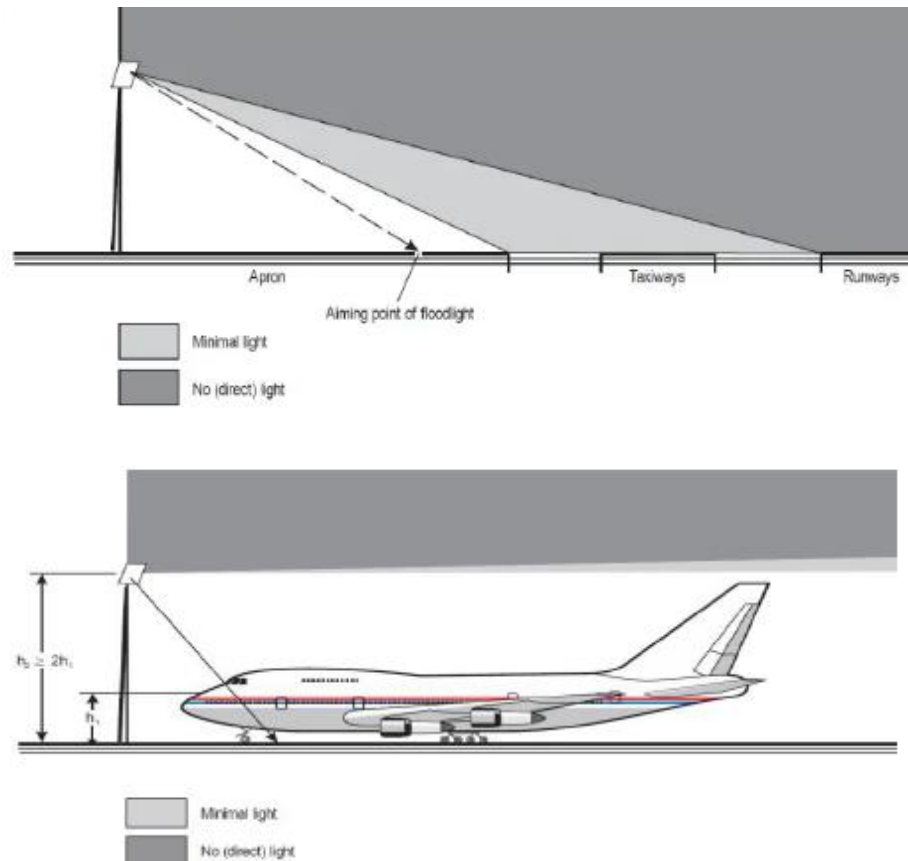
a. Apron *Floodlight*

Apron *floodlight* merupakan sistem pencahayaan pada area apron bandara yang berfungsi untuk memberikan penerangan optimal di malam hari maupun pada kondisi cuaca dengan visibilitas rendah (Andika dkk., 2023). Sistem pencahayaan ini dirancang untuk mendukung berbagai aktivitas operasional pada apron. Dengan adanya apron *floodlight* yang memadai risiko kesalahan kerja, potensi kecelakaan, serta gangguan terhadap keamanan dan kelancaran operasi penerbangan dapat diminimalisir secara signifikan. Menurut Annex 14 Volume I fungsi utama dari apron *floodlight* yaitu:

1. Membantu pilot memandu pesawat saat memasuki dan meninggalkan posisi parkir akhir.
2. Memfasilitasi lampu penerangan yang cukup untuk penumpang, *stakeholder*, mengisi bahan bakar pesawat dan melakukan fungsi layanan apron lainnya
3. menjaga keamanan dan keselamatan pada bandar udara

b. Kriteria Pemasangan *Floodlight*

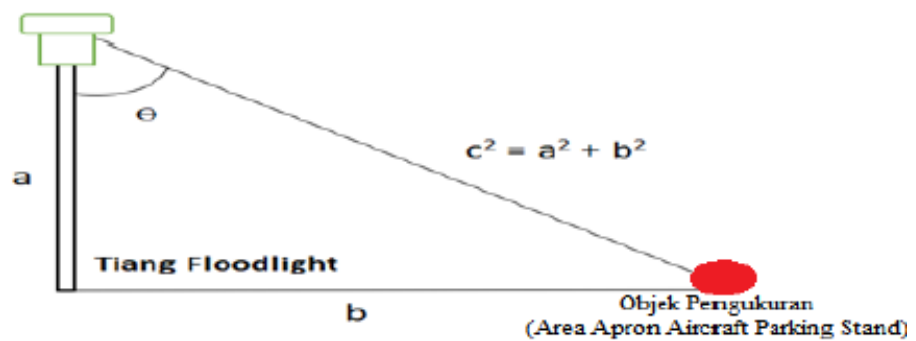
Menurut PR 8 tahun 2022. Ketinggian tiang ini dengan tujuan meminimalkan silau pada pilot dengan ketentuan ketinggian tiang lebih dari sama dengan 2 kali tinggi posisi mata pilot untuk pesawat terbesar yang terdapat pada *parking stand*. $H2 \geq 2H1$. Dimana H1 adalah tinggi posisi mata pilot dan H2 tinggi tiang *floodlight*. Pada *floodlight* terdapat istilah main beam aiming point, yaitu arah atau sudut pencahayaan *floodlight* yang difokuskan pada titik tertentu pada badan pesawat. Titik tersebut menjadi acuan dalam menentukan area yang akan diterangi secara optimal. Penentuan arah pencahayaan ini dapat dihitung melalui perhitungan sudut, baik dalam bidang vertikal maupun horizontal.



Gambar II. 1 Ketinggian tiang untuk menghindari silau

(Sumber: PR 8, 2022)

Nilai sudut *floodlight* secara vertikal dapat dicari dengan menggunakan persamaan rumus trigonometri yaitu:



Gambar II. 2 Iustrasi sudut *floodlight* secara vertikal

(Sumber: Putra, A.H., 2024)

$$\cos \theta = \frac{a}{c} \quad (1)$$

Keterangan:

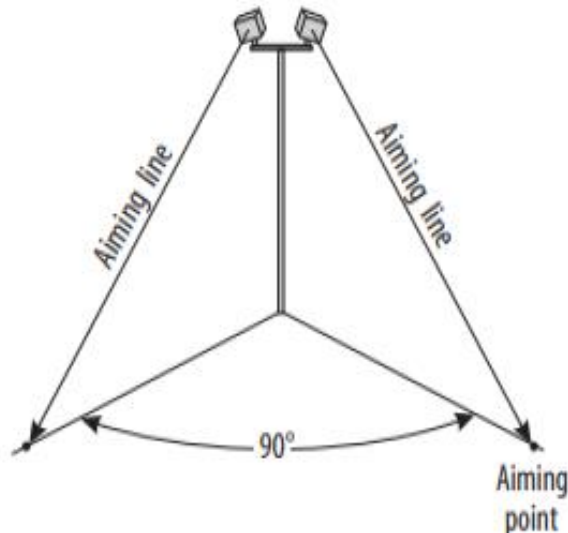
a : Tinggi tiang (m)

b : Jarak titik lampu dengan objek (m)

c : Jarak titik lampu dengan objek secara vertikal (m)

Θ : Sudut antara titik lampu dengan objek secara vertikal

Sudut arah *floodlight* secara horizontal umumnya dapat diarahkan membentuk sudut 90° (Lithonia, 2009)



Gambar II. 3 Ilustrasi sudut *floodlight* secara horizontal

(Sumber: Lithonia, 2009)

c. Kriteria Penempatan *Apron Floodlight*

Mengacu pada peraturan KP 39 tahun 2015. Penempatan apron *floodlight* diharuskan memberikan tingkat penerangan yang optimal pada seluruh area apron, selain itu posisi tiang tidak diperbolehkan melewati batas permukaan hambatan (*obstacle limitation surfaces*) di bandara untuk menghindari gangguan terhadap aktivitas penerbangan lainnya.

d. Lampu *Floodlight*

Seiring berkembangnya kemajuan teknologi, *floodlight* memiliki beragam jenis dan karakteristik sesuai dengan spesifikasi yang dikeluarkan oleh industri yang memproduksi lampu. *Floodlight* yang di buat disesuaikan dengan kondisi penggunaanya dengan karakteristik

lampu yang ada. Jenis *floodlight* yang digunakan di area apron bandara meliputi:

1. Lampu Halida Logam

Lampu halida logam merupakan jenis lampu yang menghasilkan cahaya intens dan berkualitas tinggi. Dengan daya sebesar 1.500 W per unit, lampu ini mengkonsumsi bahan bakar yang tinggi. Lampu ini menghasilkan fluks cahaya yang besar, efisiensi lampu ini tergolong rendah karena sebagian besar energi terbuang dalam bentuk panas dan cahaya silau yang tidak terfokus (Wibisono & Baheramsyah, 2017).



Gambar II. 4 Lampu halida logam master hpi-t

(Sumber:

https://www.assets.signify.com/is/image/Signify/lppr1_hpi-t?wid=655&hei=368&qlt=82, 2025)

2. Lampu Natrium

Lampu natrium adalah jenis lampu gas yang menghasilkan cahaya kuning terang dengan panjang gelombang sekitar 589–589,3 nanometer, yang berasal dari proses lucutan listrik pada uap natrium di dalam tabung kaca khusus. Lampu ini banyak digunakan dalam sistem pencahayaan luar ruang seperti jalan raya, lapangan, dan area industri karena kemampuannya yang sangat efisien dalam menghasilkan lumen atau tingkat pencahayaan yang tinggi dengan konsumsi energi yang relatif rendah. Cahaya kuning yang dihasilkan dapat menimbulkan silau (glare), terutama jika tidak dipasang atau diarahkan dengan benar, yang pada akhirnya bisa mengganggu

kenyamanan dan bahkan membahayakan keselamatan visual pengguna, (Hasnah, 2020).



Gambar II. 5 Lampu natrium

(Sumber: <https://image.made-in-china.com/2f0j00hSnaKYPzCybG/ANSI-Standard-Sodium-Lamp-for-North-American-Market-Lu400W-From-China.webp>, 2025)

3. Lampu LED

Lampu LED (*Light Emitting Diode*) adalah sumber cahaya yang memanfaatkan semikonduktor untuk mengeluarkan cahaya saat dialiri listrik. LED memiliki efisiensi energi tinggi, umur pakai panjang, dan menghasilkan panas yang jauh lebih rendah (Simatupang dkk., 2022).



Gambar II. 6 Lampu LED

(Sumber: <https://image.solarnesia.com/s3/productimages/webp/co3137/p1445262/w600-h600/8a800501-9ae0-4114-aa69-b241349a4e27.jpg>, 2025)

4. *Prototype*

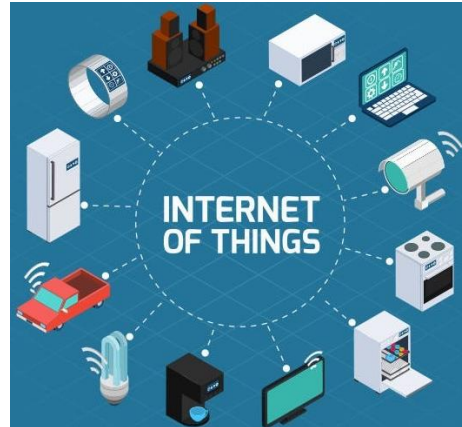
Prototype adalah bentuk awal dari sistem perangkat lunak berfungsi untuk menyajikan konsep serta fungsionalitas sistem kepada pengguna sebelum dilakukan proses pengembangan secara menyeluruh (Jayanti dkk., 2021). Proses pembuatan *prototype* dimulai dengan pengumpulan kebutuhan untuk memahami kebutuhan pengguna. Selanjutnya, perancangan konsep dilakukan untuk menyusun struktur dasar sistem, kemudian divisualisasikan dalam bentuk *mockup*. Setelah *prototype* dibuat, pengguna melakukan evaluasi untuk menguji fungsionalitas dan kesesuaian dengan kebutuhan mereka. Dari hasil evaluasi ini, masukan pengguna dikumpulkan dan digunakan untuk melakukan revisi atau penyempurnaan pada *prototype* (Fridayanthie dkk., 2021).

B. Teori Pendukung

Teori pendukung berfungsi untuk memperkuat dasar pemikiran penelitian dan memberikan arah dalam menganalisis permasalahan yang dikaji, pada penelitian diantaranya:

1. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan perangkat-perangkat fisik, seperti sensor, alat elektronik, mesin, maupun sistem kendali, untuk saling terhubung melalui jaringan internet dan mampu berkomunikasi serta bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan langsung dari manusia (Nugroho dkk., 2024). Perangkat seperti alat elektronik atau mesin yang telah dilengkapi dengan sensor memiliki kemampuan untuk berbagi dan mentransmisikan data melalui jaringan internet secara otomatis. Perangkat-perangkat tersebut tidak hanya mampu mengumpulkan informasi dari lingkungan sekitarnya, tetapi juga dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan sistem berbasis cloud atau aplikasi digital, sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan dan pengendalian secara *real-time* (Susanto dkk., 2022).



Gambar II. 7 *Internet of Things*

(Sumber:

https://docif.telkomuniversity.ac.id/posaqoq/2024/10/1_ONYIlo3Zdtk6ZerPkj0ELg.jpg, 2024)

2. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino. Arduino IDE dilengkapi dengan fitur seperti serial monitor dan dukungan berbagai pustaka (*library*) untuk mempermudah integrasi sensor atau modul tambahan (Arjun dkk., 2024). Salah satu fitur unggulan arduino IDE adalah terminal serial yang terintegrasi. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk melakukan komunikasi, antara mikrokontroler dan komputer. Dengan terminal serial, pengguna dapat menerima dan mengirim data secara *real-time*, memantau nilai sensor, dan melakukan debugging program dengan lebih mudah (Setiawan dkk., 2022).

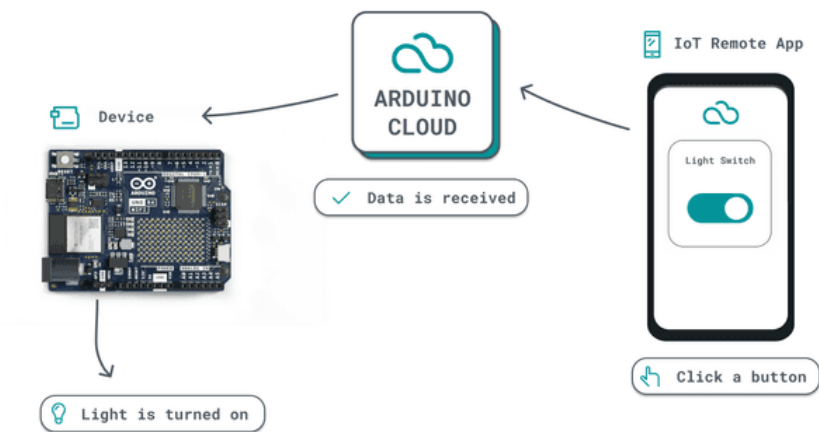


Gambar II. 8 Arduino IDE

(Sumber: <https://avatars.githubusercontent.com/u/379109?v=4>, 2025)

3. *Arduino cloud*

Arduino cloud adalah *platform* berbasis IoT yang dirancang untuk menghubungkan mikrokontroler ke jaringan internet. Melalui *platform* ini pengguna dapat memantau, mengelola perangkat secara jarak jauh, dan mengontrol dengan memanfaatkan *interface website* maupun REST API (Patabo dkk., 2024). *Arduino Cloud* menyediakan fitur integrasi dengan berbagai layanan cloud seperti AWS, Google Cloud, dan Microsoft Azure. Fitur ini memungkinkan perangkat Arduino untuk mengirim dan mengolah data secara *real-time*. Hal ini mendukung pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) yang lebih efektif dan efisien (Kalubi & Sajal, 2022).



Gambar II. 9 *Arduino cloud*

(Sumber:

<https://docs.arduino.cc/static/c7ce027eafe9972cedb81a5dfc00471d/a6d36/overview-interaction.png>, 2025)

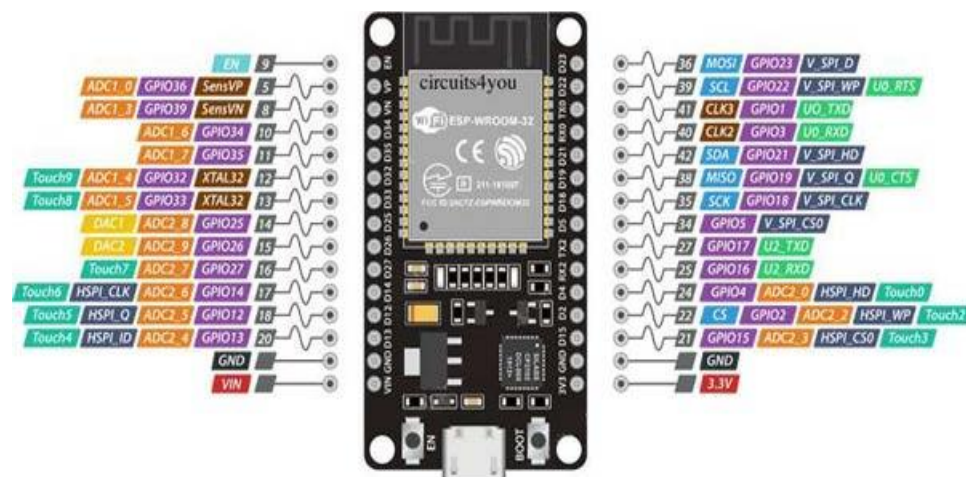
4. ESP32 Devkit

ESP32 Devkit adalah development board berbasis mikrokontroler ESP32 yang dirancang untuk mempermudah pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler ini dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, serta mendukung berbagai antarmuka komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C, sehingga cocok digunakan untuk integrasi sensor dan modul lainnya. ESP32 DevKit dapat diprogram menggunakan Arduino IDE, PlatformIO, atau ESP-IDF, dan banyak digunakan dalam aplikasi seperti otomasi rumah, pemantauan jarak jauh, serta sistem berbasis cloud karena

kemampuannya yang fleksibel, hemat daya, dan mudah digunakan. (Achmad, 2024). Board ini dilengkapi dengan berbagai fitur penting seperti:

- Modul *Wifi* dan Bluetooth terintegrasi,
- Port GPIO yang dapat digunakan untuk fungsi sensor infrared, sensor suhu, sensor sentuh, PWM, dan lainnya,
- Kemampuan komunikasi serial seperti UART, I2C, dan SPI,
- Kompatibel dengan berbagai sensor dan aktuator,
- Berbasis arsitektur dual-core yang efisien dan hemat daya.

Board ini mendukung pengujian komponen seperti sensor sentuh, sensor suhu, motor servo, serta modul lainnya yang terhubung melalui antarmuka digital maupun analog. Dengan kemampuannya mengintegrasikan berbagai perangkat eksternal, serta dukungan konektivitas nirkabel, ESP32 Devkit sangat ideal digunakan dalam tahap perancangan dan pengembangan sistem (Pramuditya dkk., 2023).



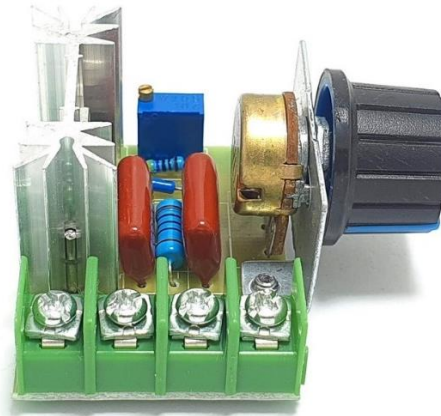
Gambar II. 10 ESP32 Devkit

(Sumber: <https://www.ardutech.com/wp-content/uploads/2020/03/4.-ESP32-Pinout.jpg>, 2020)

5. Dimmer

Dimmer adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur tingkat output listrik yang dialirkan ke lampu dengan cara mengontrol besarnya tegangan. Perangkat ini banyak digunakan dalam sistem pencahayaan rumah, perkantoran, maupun fasilitas umum yang membutuhkan pengaturan daya secara fleksibel. Dalam penggunaannya,

dimmer dapat berbasis sistem analog maupun digital, dan sering terintegrasi dengan sensor atau sistem otomatisasi untuk menghadirkan pengendalian pencahayaan yang efisien dan cerdas. dimmer adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur tingkat output listrik yang dialirkan ke lampu dengan cara mengontrol besarnya tegangan. Perangkat ini banyak digunakan dalam sistem pencahayaan rumah, perkantoran, maupun fasilitas umum yang membutuhkan pengaturan daya secara fleksibel. Dalam penggunaannya, dimmer dapat berbasis sistem analog maupun digital, dan sering terintegrasi dengan sensor atau sistem otomatisasi untuk menghadirkan pengendalian pencahayaan yang efisien (Putri dkk., 2023).



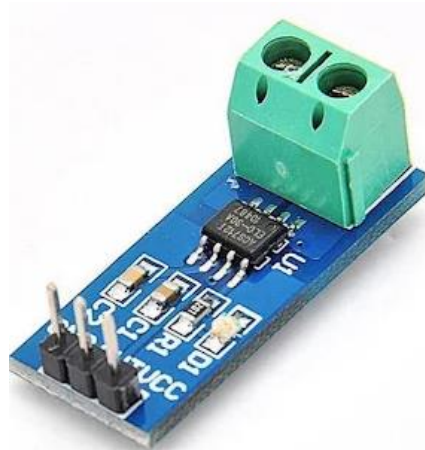
Gambar II. 11 Dimmer

(Sumber: <https://ecadio.com/image/cache/catalog/modulsensor/dimmer-ac/dimmer-ac-220-volt-800x800.jpg>, 2021)

6. Sensor ACS 712

Sensor ACS 712 merupakan modul elektronik yang dirancang khusus untuk mengukur parameter listrik, terutama arus listrik dalam suatu rangkaian. Modul ini bekerja berdasarkan prinsip efek Hall, di mana medan magnet yang dihasilkan oleh aliran arus listrik akan dideteksi dan dikonversi menjadi sinyal tegangan analog yang proporsional. Sensor ini tidak hanya mampu mengukur arus AC maupun DC secara akurat, tetapi juga dapat digunakan secara tidak langsung untuk menghitung tegangan dan daya listrik yang mengalir dalam sistem. Dengan kemampuannya mendeteksi arus secara langsung dan menyajikan data secara instan, sensor ACS712 menjadi salah satu komponen penting dalam sistem monitoring dan kendali

berbasis *Internet of Things* (IoT) maupun sistem otomatisasi lainnya (Maulana dkk., 2023). Keunggulan utama dari sensor ACS 712 adalah kemampuannya melakukan pengukuran parameter listrik secara akurat dan *real-time*, serta kemudahan integrasinya dalam sistem pemantauan energi listrik berbasis IoT (Muslimin dkk., 2017).



Gambar II. 12 ACS 712

(Sumber:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.aksesoris-komputerlampung.com>, 2025)

7. Relay

Relay merupakan saklar elektronik yang bekerja secara elektrik artinya proses buka-tutup kontak di dalam relay dikendalikan oleh sinyal listrik (Razor, 2021). Ketika relay menerima sinyal dari rangkaian kendali, maka kontak di dalamnya akan berubah posisi, baik membuka maupun menutup, tergantung jenis relay dan konfigurasi terminalnya. Perubahan posisi kontak ini memungkinkan arus listrik dialirkan atau dihentikan ke rangkaian beban, sehingga relay berfungsi sebagai pengendali aliran listrik tanpa perlu intervensi manual. Karena kemampuannya untuk mengisolasi sirkuit kendali dari sirkuit daya, relay banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem otomatisasi, perlindungan rangkaian, serta pengendalian perangkat elektronik dan listrik dalam proyek berbasis mikrokontroler.



Gambar II. 13 *Relay*

(Sumber:

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.arduinoindonesia.id%2F2024%2F02, 2025\)](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.arduinoindonesia.id%2F2024%2F02, 2025)

C. Penelitian yang Relevan

Dalam proses perencanaan dan pengembangan penelitian, peneliti melakukan kajian terhadap berbagai penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Kajian terhadap penelitian sebelumnya berperan penting sebagai dasar pertimbangan dalam penyusunan tugas akhir.

Tabel II. 1 Penelitian yang relevan

(Sumber: Penulis, 2025)

No	Judul, Peneliti, Tahun	Persamaan	Perbedaan
1.	Rancang Bangun Prototipe Kendali Dan Pemantauan <i>Floodlight</i> Secara Parsial Dan Terintegrasi Berbasis Mikrokontroler (Saputra dkk., 2019)	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler dan bertujuan mengotomatisasi sistem <i>floodlight</i> agar efisien secara energi.	Sistem menggunakan sensor infrared tanpa kemampuan pemantauan parameter listrik, penjadwalan otomatis, atau pengaturan intensitas cahaya

2.	Rancangan Sistem Pemantauan Dan Kendali Otomatis Pada <i>Floodlight</i> Berbasis IoT Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta (Fachregi N, 2024)	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan mengintegrasikan IoT serta sensor cahaya untuk mengotomatisasi <i>floodlight</i> sesuai standar pencahayaan.	Sistem ini belum dilengkapi dengan fitur pengaturan intensitas cahaya menggunakan AC dimmer, tidak mendukung penjadwalan otomatis, dan tidak memantau arus listrik secara <i>real-time</i> .
3.	Prototipe Kendali Dan Pemantauan Remote Apron <i>Floodlight</i> Berbasis Mikrokontroler Dengan Modul Dimmer (Mubarak dkk., 2022)	Penelitian ini menerapkan mikrokontroler dan IoT, serta memungkinkan kontrol <i>floodlight</i> secara manual maupun otomatis dengan penggunaan dimmer.	Penelitian ini tidak menggunakan ESP32 maupun platform <i>Arduino Cloud</i> , belum mendukung penjadwalan otomatis, dan tidak mencakup fitur pemantauan arus listrik.
4.	<i>Prototype</i> Pemantauan <i>Floodlight</i> Berbasis Mikrokontroler Dan Sms Gateway (Darminto dkk., 2018)	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler untuk tujuan pemantauan <i>floodlight</i> dan deteksi kerusakan.	Belum adanya kontrol intensitas cahaya maupun sistem otomatisasi lanjutan.
5.	Rancang Bangun Kendali Dan	Menggunakan mikrokontroler dan	Sistem ini menggunakan

	Pemantauan <i>Apron Floodlight</i> Berbasis Rapsberry Android Di Bandar Udara (Mutho'simah, 2020)	mengembangkan sistem kendali serta pemantauan <i>floodlight</i> secara otomatis.	Raspberry Pi yang terintegrasi dengan Android, tidak dilengkapi dengan AC dimmer, serta belum mendukung pemantauan listrik dan penjadwalan otomatis.
6.	Rancang Bangun Sistem Kendali Monitoring Energi Dan Daya <i>Floodlight</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> (Nabilah, H.A, 2024)	Penelitian ini berbasis IoT dan difokuskan pada pemantauan jarak jauh untuk efisiensi energi dalam pengoperasian <i>floodlight</i> di bandara.	Perbedaannya adalah tidak adanya fitur pengaturan intensitas cahaya, penggunaan dimmer, dan sistem penjadwalan otomatis