

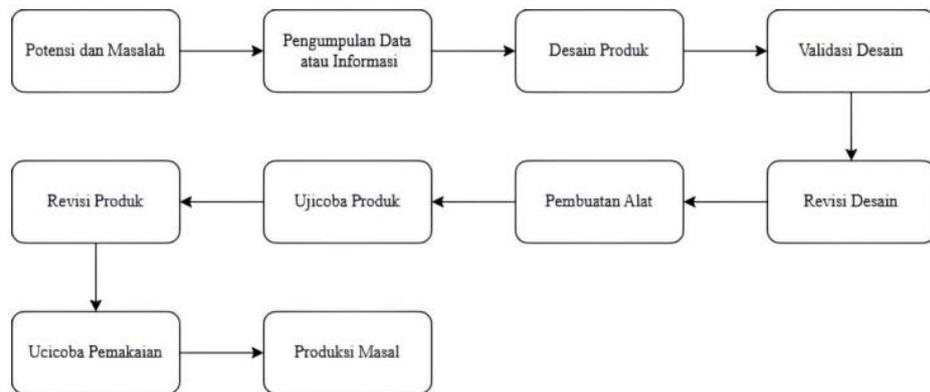
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian

1. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan *Research & Development* (R&D) menggunakan metode borg and gall. Metode R&D adalah sebuah proses penelitian yang dilakukan secara terstruktur untuk mengembangkan dan menguji efektivitas suatu produk (Waruwu, 2024). 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. Metode penelitian dan pengembangan (R&D) mencakup sepuluh tahapan, setiap tahap dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan solusi yang tepat, efektif, dan sesuai kebutuhan (Sugiyono, 2022).



Gambar III. 1 Flowchart metode RnD Borg and Gall

(Sumber: Sugiyono, 2022)

Dalam penelitian ini, penerapan metode RnD menggunakan level 1 dalam konteks pengembangan R&D. Level 1 R&D merujuk pada tahap awal pengembangan, yaitu tahapan eksplorasi atau penelitian dasar. Fokus utamanya adalah memahami permasalahan dan kebutuhan pengguna melalui analisis mendalam, kemudian merancang solusi atau konsep desain awal yang menjawab permasalahan tersebut. Dengan demikian, penelitian

belum sampai pada tahap produksi masalah tetapi menghasilkan sebuah rancangan atau desain awal yang siap untuk dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, metode R&D level 1 merupakan pilihan yang tepat untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan penulisan peneliti diantaranya:

1. Potensi dan Masalah

Tahap pertama yaitu mencari potensi dan masalah melalui observasi selama pelaksanaan OJT, melakukan pengamatan langsung pada sistem kelistrikan di Bandar Udara Juanda Surabaya di bulan September 2024 hingga Januari 2025. Potensi utama dalam penelitian ini terletak pada aspek kendali dan pemantauan jarak jauh pada *floodlight*. Permasalahannya yaitu sistem kendali pemantauan kondisi *floodlight* dilakukan secara manual. *Floodlight* menggunakan sensor cahaya yang sering terkendala tidak dapat membaca kondisi lingkungan, ketika keadaan terang lampu masih menyala dan kondisi gelap lampu belum menyala. Hal tersebut berpotensi menyebabkan keterlambatan penggunaan *floodlight* yang tidak sesuai dengan jadwal dan tidak adanya sistem pemantauan keadaan *floodlight*. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan sistem kendali dan pengawasan *floodlight* berbasis IoT yang dapat memantau kondisi, dan mengendalikan *floodlight* secara akurat melalui jarak jauh. Dengan adanya sistem ini diharapkan keamanan dan keselamatan operasional di lingkungan bandara dapat meningkat.

2. Pengumpulan data atau informasi

Penelitian ini dilaksanakan melalui proses pengumpulan data dengan menerapkan metode observasi langsung, wawancara dengan teknisi listrik di Bandara Internasional Juanda Surabaya selama pelaksanaan OJT.

- a. Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas atau peristiwa yang terjadi di tempat penelitian. Melalui metode ini, peneliti dapat memperoleh informasi yang lebih objektif dan mencerminkan kondisi aktual di

lapangan, karena data dikumpulkan berdasarkan apa yang benar-benar terlihat dan terjadi selama proses penelitian berlangsung (Hasibuan dkk., 2023).

Tabel III. 1 Instrument Observasi

(Sumber: Prawira dkk., 2024)

No.	Aspek yang diamati	Indikator
1.	Mode pengoperasian apron <i>floodlight</i>	Manual
2.	Tanggapan operator terhadap sistem	Sering Terlambat
3.	Pembacaan sensor cahaya terhadap lingkungan	Sering error
4.	Efisiensi penggunaan energi	Belum efisien

Melalui observasi ini, peneliti memperoleh wawasan mendalam mengenai tantangan yang dihadapi dalam penggunaan apron *floodlight* VVIP, termasuk kendala dalam sistem manual dan sering errornya sensor cahaya terhadap pembacaan kondisi lingkungan

b. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui interaksi langsung antara peneliti dan narasumber, baik secara tatap muka maupun melalui media komunikasi lain. Tujuan dari metode ini adalah untuk menggali informasi yang mendalam dan relevan sesuai dengan topik atau permasalahan yang sedang diteliti. Dengan menggunakan wawancara, peneliti dapat memperoleh penjelasan langsung, memperjelas hal-hal yang belum dipahami, serta menangkap konteks atau sudut pandang narasumber secara lebih rinci dan personal (Aldita Prafitasari, 2023). Pada penelitian ini, wawancara dilakukan untuk menggali permasalahan yang dihadapi dalam pengoperasian apron *floodlight* serta mengetahui potensi penerapan sistem otomasi berbasis IoT.

Tabel III. 2 Data narasumber

(Sumber: Penulis, 2025)

No.	Nama	Jabatan
1.	Putra Febrianto	Airport Equipment Supervisor

Metode wawancara dilakukan dengan menyampaikan pertanyaan secara langsung kepada responden yang telah ditentukan, untuk memperoleh informasi yang relevan dan bersifat subjektif sesuai dengan Airport Equipment Supervisor. Instrumen penelitian yang digunakan dalam proses wawancara bersama subjek penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel III. 3 Instrument Wawancara

(Sumber: Rahmawati dkk., 2024)

No.	Pertanyaan
1.	bagaimana kondisi sistem kendali dan pemantauan <i>floodlight</i> saat ini?
2.	Bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut
3.	Apakah sistem kendali dan pemantauan <i>floodlight</i> melalui jarak jauh dapat digunakan kondisi saat ini?

3. Desain Produk

Pada tahap ini peneliti mendesain *prototype* menggunakan aplikasi *sketchup*, sistem pemrograman untuk otomatisasi jalannya *prototype* menggunakan *arduino ide*, dan *arduino cloud* untuk sistem kendali dan pemantauan *floodlight*. Penulis mengumpulkan data observasi selama menjalani kegiatan OJT pada apron *floodlight* VVIP melalui proses pendokumentasian secara langsung di lapangan.

4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan tahap penting dalam proses pengembangan produk, karena pada tahap ini desain ditinjau secara menyeluruh untuk memastikan telah memenuhi tujuan dan kebutuhan yang direncanakan. Masukan dari proses ini menjadi acuan utama untuk menyempurnakan penelitian (Abdullah dkk., 2023).

5. Revisi Desain

Setelah alat divalidasi oleh ahli, tahap berikutnya adalah melakukan revisi desain. Perbaikan dan penyempurnaan media dilakukan berdasarkan hasil evaluasi dan masukan yang diberikan oleh validator (Wahdati dkk., 2024).

6. Pembuatan Produk

Pada tahap pembuatan produk, penelitian ini dimulai dengan perancangan model secara sistematis untuk memastikan tahapan pembuatan berjalan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan. Proses ini dilakukan secara bertahap untuk menghasilkan produk akhir yang selaras dengan tujuan penelitian.

7. Ujicoba Produk

Pada tahap ini *prototype* diuji melalui serangkaian pengujian yang terfokus pada empat komponen utama, yaitu sistem kendali, pemantauan arus, pengatur waktu *floodlight* secara jarak jauh, dan pengaturan intensitas cahaya secara manual. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengendalikan perangkat secara responsif dan akurat, serta memastikan fungsi pemantauan berjalan secara *real-time*, aspek pengaturan waktu dinilai dari segi ketepatan dan konsistensinya dalam mengatur nyala dan mati *floodlight* sesuai jadwal yang ditentukan, dan fungsi dimmer untuk mengatur intensitas cahaya. Hasil dari proses ini dianalisis secara menyeluruh untuk menilai sejauh mana perangkat mampu beroperasi secara optimal.

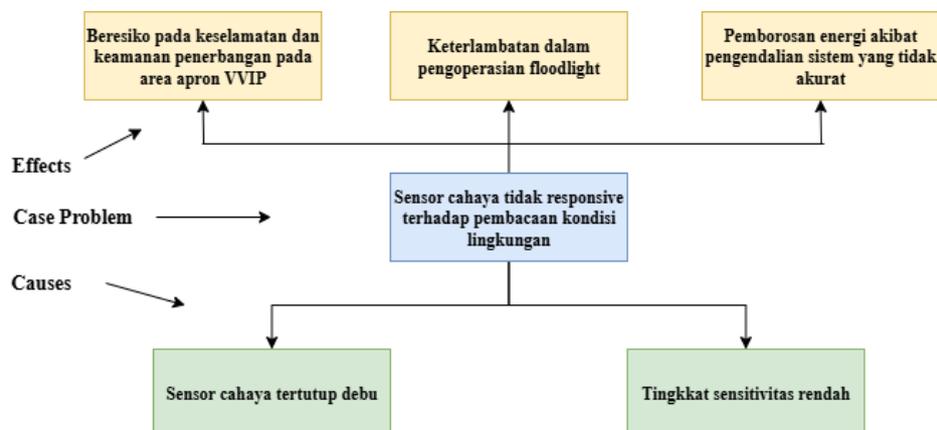
B. Pohon Masalah

Pohon masalah atau Problem Tree merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan hubungan antara akar penyebab, inti permasalahan, dan dampak dari suatu isu yang sedang diteliti (Abidah Nabilah & Salsabila Putri, 2024). Metode ini menyajikan permasalahan dalam bentuk diagram seperti pohon, di mana akar mewakili faktor-faktor penyebab, batang menunjukkan masalah utama, dan cabang menggambarkan konsekuensi atau dampak dari masalah tersebut. Dengan

menggunakan pendekatan ini, seseorang dapat memahami struktur permasalahan secara lebih menyeluruh dan sistematis. Pohon masalah sangat berguna dalam proses perencanaan, penyusunan program, dan pengambilan keputusan, karena membantu dalam menggali sumber permasalahan yang sebenarnya dan menentukan langkah-langkah penyelesaian yang tepat dan terarah. Metode ini juga mendorong analisis yang lebih kritis dan mendalam terhadap masalah, sehingga dapat menghasilkan. Langkah-langkah strategi problem *tree analysis* yaitu:

1. Identifikasi masalah yang relevan dengan topik atau area fokus.
2. Tentukan masalah inti (core problem) yang menjadi pusat dari pohon
3. Rumuskan penyebab dari masalah inti (akar masalah).
4. Identifikasi dampak dari masalah inti (cabang pohon).
5. Susun dalam bentuk diagram: Masalah inti, penyebab, dampak
6. Tinjau kembali sebab-akibat

Langkah-langkah Problem Tree Analysis membantu memahami masalah secara menyeluruh dengan mengidentifikasi masalah inti, penyebab, dan dampaknya. Diagram pohon mempermudah visualisasi hubungan sebab-akibat, sehingga solusi dapat dirancang secara tepat dan efektif (Laily dkk., 2024). Berikut merupakan pohon masalah pada *prototype* sistem kendali dan pemantauan apron *floodlight* VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya



Gambar III. 2 Pohon Masalah Penelitian

(Sumber: Penulis, 2025)

1. CASE PROBLEM

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah kinerja sensor cahaya yang tidak responsif dalam membaca kondisi lingkungan secara akurat dan *real-time*. Sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) sering terjadi kendala ketika sensor gagal mendeteksi perubahan intensitas cahaya secara tepat akibat keterbatasan sensitivitas dan penempatan yang kurang strategis. Sensor cahaya seharusnya mampu mendeteksi fluktuasi pencahayaan dari lingkungan seperti pergantian siang malam dan cuaca mendung. Ketidakakuratan pembacaan ini salahnya pembacaan pada sensor cahaya misalnya lampu menyala saat siang atau tidak menyala saat malam. Penggunaan sensor cahaya analog seperti LDR memiliki kelemahan dalam kalibrasi sensor menjadi penyebab utama keterlambatan atau kesalahan deteksi intensitas cahaya. Akibatnya, sistem tidak dapat mengambil keputusan yang sesuai dengan kondisi (Ayu Sahara dkk., 2024).

2. CAUSES

a. Sensor cahaya tertutup debu

Sensor cahaya bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya yang masuk ke permukaannya ketika sensor tertutup oleh debu atau kotoran, maka jumlah cahaya yang diterima menjadi sangat rendah, bahkan jika kondisi lingkungan sebenarnya terang. Kondisi ini menyebabkan sistem mengira bahwa pencahayaan eksternal kurang menyebabkan kesalahan pada pembacaan kondisi lingkungan. Di area apron VVIP yang terpapar langsung dengan aktivitas luar ruangan, akumulasi debu lebih cepat terjadi, terutama jika tidak ada sistem proteksi atau pembersihan berkala. Hal ini menjadikan penggunaan sensor cahaya tidak responsive terhadap pembacaan lingkungan.

b. Tingkat sensitivitas sensor cahaya rendah

Beberapa sensor cahaya, khususnya yang bersifat analog seperti LDR, memiliki sensitivitas terbatas dan tidak dapat membedakan variasi intensitas cahaya secara detail. Jika tingkat sensitivitasnya tidak sesuai dengan kebutuhan operasional area apron yang menuntut respon cepat

terhadap perubahan pencahayaan (misalnya saat matahari terbenam), maka sistem akan bekerja lambat atau bahkan tidak bereaksi sama sekali. Sensor LDR memiliki keterbatasan akurasi dan cenderung tidak konsisten dalam mendeteksi intensitas cahaya yang berubah secara dinamis, sehingga kurang cocok untuk sistem yang memerlukan respon cepat, padahal pada kondisi lingkungan diharapkan penggunaan sensor cahaya yang responsif terhadap pembacaan kondisi lingkungan (Alzahra & Damsi, 2025).

3. EFFECTS

a. Beresiko pada keselamatan dan keamanan penerbangan pada area apron VVIP

Menurut Undang-Undang Nomor 1 tahun 2009. Keselamatan dan keamanan penerbangan merupakan tanggung jawab penyelenggara penerbangan. Dalam konteks apron VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya, sistem penerangan berperan penting dalam mendukung operasional pesawat dan pengguna apron VVIP, khususnya saat malam hari atau cuaca buruk. Namun, ketidakresponsifan sensor cahaya akibat debu, penempatan yang salah, atau sensitivitas rendah dapat menyebabkan lampu apron tidak menyala tepat waktu, menciptakan kondisi gelap yang berisiko bagi keselamatan, keamanan, dan protokol kenegaraan.

b. Keterlambatan dalam pengoperasian *floodlight*

Floodlight pada area apron VVIP Bandara Internasional Juanda dirancang untuk menyala otomatis ketika cahaya lingkungan mulai menurun. Sistem ini bergantung pada sensor cahaya untuk mendeteksi perubahan intensitas secara *real-time*. Namun, jika sensor tidak akurat dalam membaca penurunan cahaya, maka terjadi keterlambatan dalam pengaktifan penerangan yang berisiko terhadap keselamatan dan keamanan penerbangan terutama pengguna apron VVIP.

c. Pemborosan energi akibat pengendalian sistem yang tidak akurat

Sistem penerangan apron VVIP yang mengandalkan sensor cahaya membutuhkan tingkat akurasi tinggi agar lampu hanya menyala saat diperlukan. Namun ketidakakuratan sensor akibat sensitivitas rendah, tertutup debu, atau penempatan yang tidak tepat. Akibatnya, lampu menyala secara terus-menerus tanpa efisiensi, terutama pada siang hari atau saat cahaya alami masih memadai. Hal ini menyebabkan pemborosan energi, mengingat *floodlight* memiliki daya tinggi dan jumlah unit yang banyak dan harus siap dioperasikan kapan saja dengan sistem yang responsif.

Berdasarkan identifikasi permasalahan pada pohon masalah, peneliti merumuskan beberapa solusi yang bersifat teknis dan sistematis untuk mengatasi ketidakresponsifan sensor cahaya pada area apron VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya dengan menerapkan teknologi IoT dalam otomatisasi pengendalian dan pemantauan apron *floodlight* VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya sebagai berikut:

a. Fitur on/off otomatis melalui *arduino cloud*

Fitur pertama adalah on/off otomatis berbasis *arduino cloud*, yang memungkinkan lampu menyala atau mati secara otomatis. Sistem ini bekerja tanpa perlu intervensi manual. Fitur ini sangat bermanfaat dalam mendukung operasional area apron VVIP, khususnya saat terjadi perubahan pencahayaan mendadak seperti peralihan siang ke malam atau saat cuaca ekstrem.

b. Fitur on/off penjadwalan melalui *arduino cloud*

Fitur kedua adalah penjadwalan on/off melalui *Arduino Cloud*, yang memberikan fleksibilitas bagi operator untuk mengatur waktu operasi lampu sesuai kebutuhan. Penjadwalan ini mendukung efisiensi dan penghematan energi, terutama di luar jam operasional.

c. Pengaturan intensitas cahaya menggunakan ac dimmer

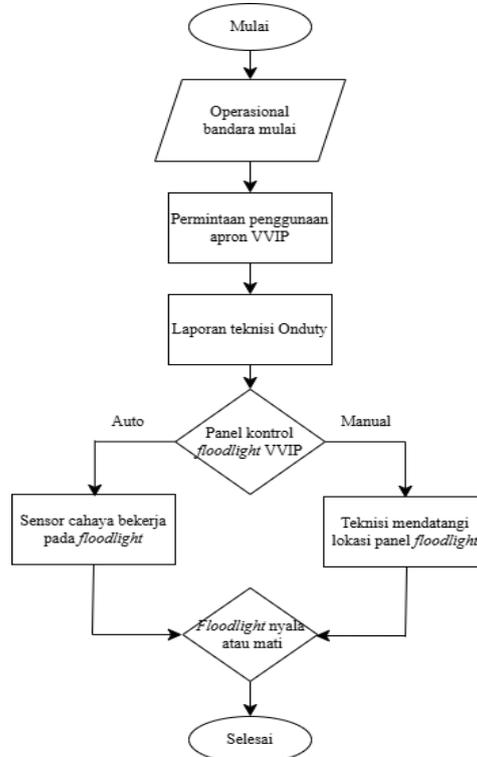
sistem dilengkapi dengan pengaturan intensitas cahaya menggunakan AC dimmer, sehingga tidak hanya sekadar menyalakan atau mematikan

lampu, tetapi juga mengatur tingkat kecerahan sesuai kondisi lingkungan.

- d. Pemantauan parameter listrik menggunakan sensor acs 712
sistem ini memiliki fitur pemantauan parameter listrik menggunakan sensor ACS712, yang berfungsi untuk mengukur arus dan memantau konsumsi daya secara *real-time*. Fitur ini penting untuk menjaga sistem tetap bekerja dalam batas aman serta mendeteksi potensi gangguan listrik sejak dini.

C. Kondisi Saat Ini

Saat ini apron untuk pesawat VVIP tersedia 4 parking stand dengan menggunakan *floodlight* sebanyak 3 tiang. Pencahayaan yang terang dan merata sangat penting, terutama saat tamu VVIP melakukan perjalanan. Oleh karena itu, kesiapan pengoperasian *floodlight* sangat penting mengingat jadwal penggunaan VVIP tidak menentu dikarenakan penerbangan carter dan jarak antara apron VVIP dengan *Main Power House* (MPH) terpaut 1,5 km.



Gambar III. 3 Flowchart kondisi saat ini

(Sumber: Penulis, 2025)



Gambar III. 4 Apron *floodlight* VVIP

(Sumber: Bandara Juanda Surabaya, 2024)



Gambar III. 5 Lokasi apron *floodlight* VVIP

(Sumber: Bandara Juanda Surabaya, 2024)

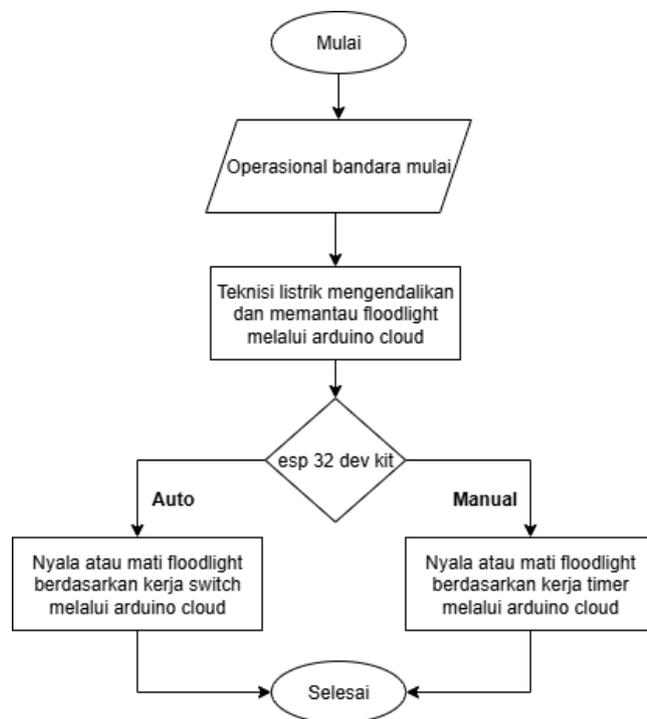
Tabel III. 4 Data *floodlight* VVIP

(Sumber: *Main Power House* (MPH) Bandara Juanda Surabaya, 2024)

PERALATAN : <i>FLOODLIGHT</i> AREA VVIP				
LOKASI : BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA				
FASILITAS : <i>AIRPORT EQUIPMENT DEPARTMENT</i>				
NO	LOKASI <i>FLOODLIGHT</i>	JENIS PERALATAN	DAYA	VOLUME
1.	Tiang 1	<i>Floodlight</i> LED	400 W	3 BUAH
2.	Tiang 2	<i>Floodlight</i> LED	400 W	3 BUAH
3.	Tiang 3	<i>Floodlight</i> LED	400 W	3 BUAH

D. Kondisi yang diharapkan

Berdasarkan kondisi saat ini. Dilakukan pengembangan inovasi berupa sistem kendali dan pemantauan apron *floodlight* melalui *platform arduino cloud* dapat diakses melalui handphone ataupun laptop

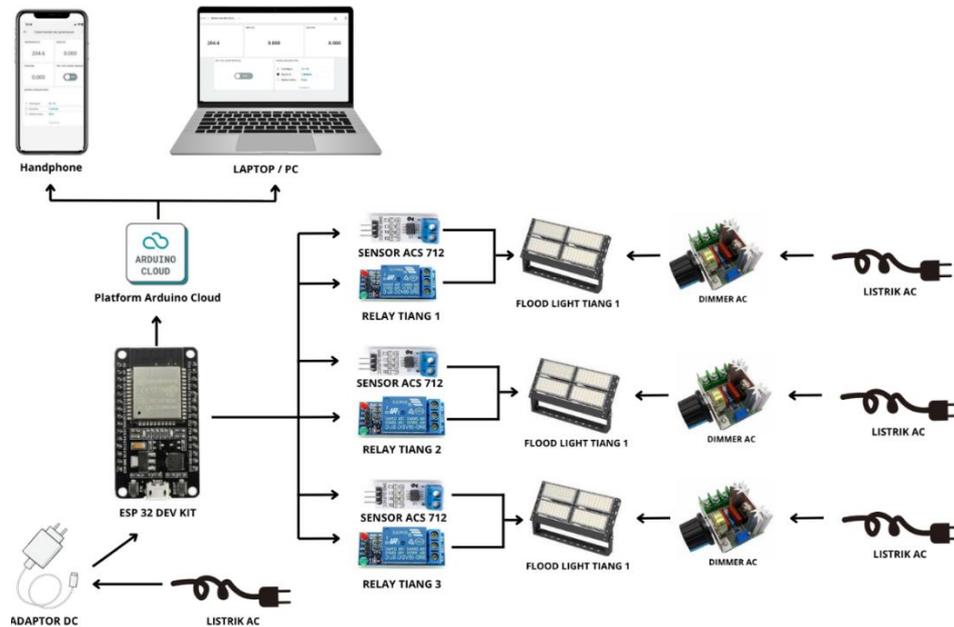


Gambar III. 6 Flowchart kondisi yang diharapkan

(Sumber: Penulis, 2025)

E. Konsep Perencanaan *Prototype*

1. Desain Instrument *Prototype*



Gambar III. 7 Desain instrument *prototype*

(Sumber: Penulis, 2025)

Gambar III.8 menampilkan sistem yang memuat berbagai komponen masukan (input) dan keluaran (output) yang saling terintegrasi untuk membentuk sebuah sistem kendali otomatis yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 Devkit sebagai pusat pengendali utama, yang berfungsi untuk mengontrol *floodlight* serta memantau arus listrik melalui sensor ACS 712. Masukan dalam sistem ini meliputi sensor ACS 712 yang berfungsi untuk mendeteksi besar arus listrik yang mengalir, modul relay yang mengatur proses menyalakan dan mematikan *floodlight*, serta AC dimmer yang digunakan untuk mengatur tingkat intensitas pencahayaan sesuai kebutuhan operasional.

Sensor ACS 712 dan modul relay mengirimkan data ke ESP32 Devkit, yang kemudian diproses dan dikirim ke cloud server melalui koneksi internet menggunakan *Arduino Cloud*. Pengguna dapat memantau parameter kelistrikan dan mengontrol sistem *floodlight* secara jarak jauh melalui dashboard pada platform *Arduino Cloud*, baik menggunakan smartphone maupun laptop.

2. Komponen *Prototype*

Berikut merupakan komponen dari *prototype* yang digunakan:

Tabel III. 5 Komponen *Prototype*

(Sumber: Internet, 2025)

No.	Alat & Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1.	ESP32 DEV KIT	Mikrokontroler dual-core 32-bit, 240 MHz, RAM 520 KB, konektivitas <i>Wifi</i> 2,4 ghz dan Bluetooth, 30–38 pin GPIO	Mikrokontroler utama yang mengelola input/output dan konektivitas IoT
2.	<i>Floodlight</i>	Lampu AC	Sebagai media pencahayaan utama yang dikendali oleh sistem melalui <i>relay</i> dan dimmer
3.	<i>Relay</i>	AC 250V/10A, DC 30V/10A	Sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik ke <i>floodlight</i> berdasarkan perintah dari ESP32
4.	Sensor ACS 712	ACS 712	Mengukur parameter listrik: arus dan daya
5.	Adaptor DC	Output 5V	Menyediakan sumber tegangan DC yang stabil untuk menghidupkan mikrokontroler dan komponen lainnya
6.	Dimmer	Modul dimmer AC tipe ZMPT101B	Mengatur intensitas cahaya <i>floodlight</i>

		tegangan input AC 220V, daya maksimal 4000 watt	
7.	<i>Wifi</i>	2,4 ghz	<i>Wifi</i> digunakan <i>smartphone</i> , laptop, dan IoT device untuk terhubung ke jaringan lokal (LAN) dan internet tanpa kabel fisik
8.	<i>Smartphone</i> atau PC	Android, ios, windows, macbook	<i>Smartphone</i> atau PC digunakan untuk mengakses dan mengontrol perangkat atau sistem secara remote melalui internet
9.	<i>Arduino cloud</i>	Cloud-based IoT <i>Platform</i>	<i>Platform</i> IoT untuk pemantauan dan kendali jarak jauh melalui internet

F. Teknik Pengujian

1. Teknik Pengujian Alat

Perancangan sistem pengontrolan dan pemantauan *floodlight* secara jarak jauh dalam penelitian ini memuat proses pengaturan intensitas cahaya secara manual, pembacaan kondisi beban listrik, pengaktifan, pemadaman, dan *timer floodlight*. Data yang diperoleh dari proses tersebut diproses oleh mikrokontroler ESP32 Devkit kemudian dikirimkan ke aplikasi *arduino cloud*. Aplikasi ini dapat diakses melalui *smartphone* atau komputer yang terhubung ke internet.

2. Teknik Pengujian Data

Setelah proses validasi oleh ahli dilakukan, diperoleh nilai ideal yang digunakan untuk menentukan skor yang kemudian dikonversi ke dalam

rumus (Darma Andayani & Evania Jakob, 2024). Rumus yang dimaksud adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai ideal} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor ideal}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

Skor Total : Jumlah skor ahli

Skor Ideal : Skor tertinggi angket dikalikan jumlah butir

Metode ini bertujuan untuk menguji validitas penilaian, untuk memastikan bahwa penilaian menghasilkan data valid yang dan dapat dipertanggungjawabkan (Amalia dkk., 2020). Adapun berikut merupakan instrument validasi yang akan dinilai oleh para ahli:

Tabel III. 6 Tabel validasi

(Sumber: Amalia dkk., 2020)

NO.	Aspek Penilaian	1	2	3	4	5
A. Aspek Fungsi Alat						
1.	Pengoperasian kontrol ON pada <i>floodlight</i> melalui <i>arduino cloud</i>					
2.	Pengoperasian kontrol OFF pada <i>floodlight</i> melalui <i>arduino cloud</i>					
3.	Monitoring arus melalui <i>arduino cloud</i>					
4.	Pengoperasian menggunakan <i>timer</i> untuk ON/OFF <i>floodlight</i> melalui <i>arduino cloud</i>					
5.	Pengoperasian intensitas cahaya melalui <i>dimmer</i>					
B. Aspek Kualitas Alat						
1.	<i>Prorotype</i> sistem kendali dan pemantauan <i>floodlight</i> mudah dioperasikan					
2.	Konsistensi intensitas pencahayaan yang di atur <i>dimmer</i>					
3.	Stabilitas tegangan Listrik yang dihasilakn					
4.	Desain fisik <i>prototype</i>					

G. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Politeknik Penerbangan Palembang, dengan data yang diperoleh selama penulis melaksanakan OJT di Bandara Internasional Juanda Surabaya.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dimulai dari observasi lapangan hingga pelaksanaan revisi sidang tugas akhir.

Tabel III. 7 Waktu penelitian

(Sumber: Penulis, 2025)

Kegiatan	Bulan (2024 - 2025)										
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Observasi Lapangan	■	■	■								
Pengumpulan Data			■	■	■						
Penelitian dan Pengolahan Data			■	■	■						
Perancangan <i>Prototype</i>						■	■	■	■		
Pembuatan <i>Prototype</i>								■	■	■	
Uji Coba <i>Prototype</i>										■	
Penulisan Tugas Akhir						■	■	■	■	■	■
Tugas Akhir											■
Revisi Tugas Akhir											■