

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendekatan dan Jenis Penelitian

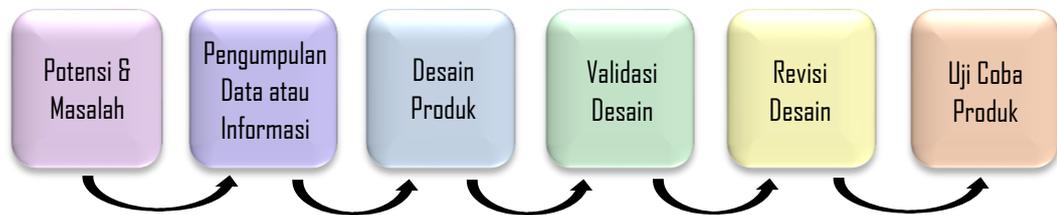
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menciptakan suatu produk tertentu serta mengevaluasi efektivitas penggunaannya secara sistematis. Dalam praktiknya, metode R&D tidak hanya mengembangkan teori tetapi juga menghasilkan produk nyata yang dapat memberikan solusi terhadap masalah tertentu, baik dalam bidang pendidikan, teknologi maupun rekayasa sistem (Sugiyono, 2022).

Terdapat beberapa model dalam penelitian R&D yang telah dikembangkan oleh para ahli, diantaranya model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), Borg and Gall, Dick and Carey, 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), Waterfall, dan Spiral. Dari berbagai model tersebut, penulis memilih model penelitian Borg and Gall karena lebih sesuai dengan konteks pengembangan *prototype* sistem teknologi berbasis IoT yang melibatkan proses mulai dari identifikasi masalah hingga uji coba produk. Model ini dikembangkan oleh Borg and Gall pada tahun 1989 dan dikenal luas dalam dunia pendidikan dan teknologi sebagai pendekatan sistematis dalam merancang serta mengembangkan produk yang dapat diuji dan disempurnakan melalui masukan dari para ahli. Pakar di bidang metodologi penelitian Sugiyono (2022), membagi R&D menjadi 10 langkah penelitian, yaitu:



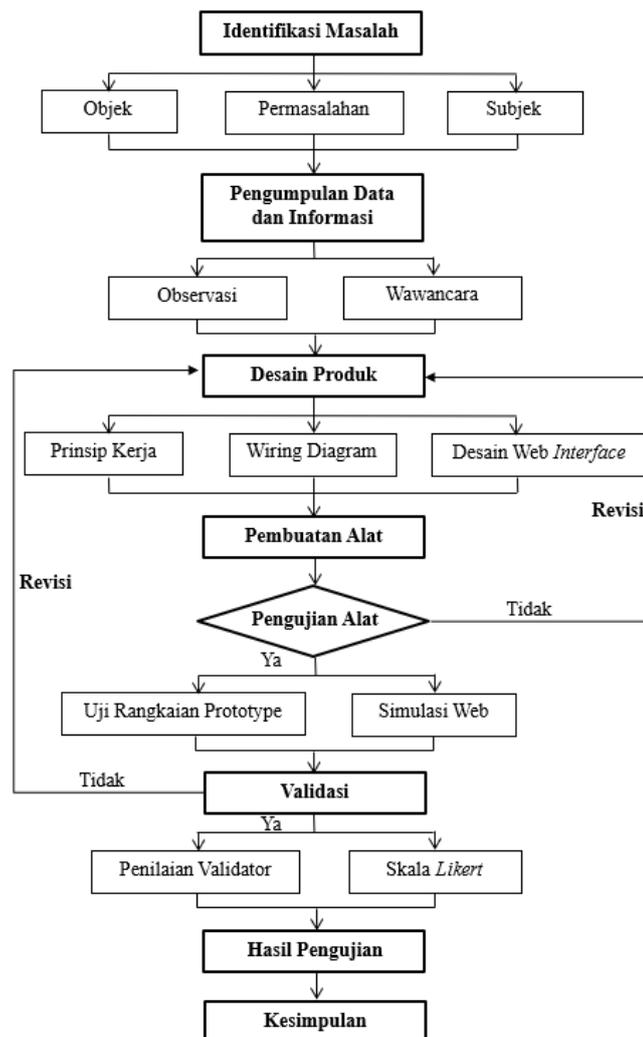
Gambar III. 1 Langkah-langkah Metode R&D
(Sumber: Sugiyono, 2022)

Namun dalam penelitian ini, penulis hanya menerapkan hingga langkah keenam, yaitu uji coba produk, seperti pada Gambar III.2 berikut.



Gambar III. 2 Langkah penelitian yang diterapkan

Pembatasan ini dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu, biaya, dan cakupan tugas akhir. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah *prototype* sebagai gambaran awal sistem monitoring *on/off Airfield Lighting* berbasis IoT, bukan untuk produksi massal atau implementasi menyeluruh di lapangan.



Gambar III. 3 Alur Penelitian

1. Potensi dan Masalah

Sebagai langkah awal dalam metode R&D model Borg and Gall, penulis melakukan identifikasi potensi dan permasalahan di lapangan yang menjadi dasar pengembangan *prototype* sistem monitoring *on/off* AFL berbasis IoT. Identifikasi ini dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara selama kegiatan *On the Job Training* (OJT) pada bulan September – Desember 2024 di Bandara Radin Inten II Lampung.

Potensi yang ditemukan mencakup keberadaan SOP pemeliharaan preventif yang sudah ditetapkan serta adanya sistem *control desk*. Namun, terdapat sejumlah permasalahan signifikan, di antaranya adalah keterbatasan teknisi per jadwal *shift*, ketergantungan pada pengelihat visual manusia, jangkauan area kendaraan inspeksi, serta waktu inspeksi yang bergantung pada kondisi di lapangan. Hal ini berdampak terhadap efektivitas kegiatan inspeksi rutin lampu AFL, khususnya dalam mendeteksi lampu yang mati pada titik – titik tertentu.

a. Populasi

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh kegiatan sistem pemeliharaan AFL di Bandara Radin Inten II Lampung. Sistem pemeliharaan ini dikelola oleh unit kerja EMEF yang memiliki tanggung jawab terhadap keberfungsian alat bantu pendaratan visual termasuk AFL, CCR, dan sistem kontrol lainnya.

Cakupan populasi juga termasuk seluruh personel yang terlibat dalam pelaksanaan inspeksi penggantian lampu AFL, sistem kontrol dan monitoring, serta area *airside* tempat instalasi AFL berada, yaitu *runway*, *taxiway*, dan *approach*.

b. Sampel

Sampel dalam penelitian ini difokuskan pada pelaksanaan inspeksi penggantian lampu AFL secara manual oleh teknisi unit EMEF. Pengkajian lebih lanjut meliputi:

- Objek teknis, yaitu sistem inspeksi penggantian lampu AFL secara manual (rute, metode, dan proses pelaporan).
- Objek manusiawi, yaitu teknisi listrik dan pegawai organik yang bertugas dalam *shift* harian dan melakukan pengawasan kondisi AFL.

- Objek operasional, yaitu kendaraan inspeksi (*maintenance car*), prosedur inspeksi, serta waktu pelaksanaan kegiatan.

2. Pengumpulan Data dan Informasi

Pada tahap pengumpulan data dan informasi penulis menggunakan teknik pengumpulan data, yaitu observasi dan wawancara yang dilakukan di Bandara Radin Inten II Lampung.

a. Observasi

Observasi yang penulis lakukan berupa observasi partisipatif. Berdasarkan pendapat mengenai observasi partisipatif yang diungkapkan oleh Susan Stainback tahun 1988 dalam buku Sugiyono (2013), selama menjalankan OJT, penulis terlibat langsung dalam kegiatan inspeksi penggantian lampu AFL di area *airside* menggunakan *maintenance car* bersama tim teknisi listrik unit EMEF Bandara Radin Inten II Lampung. Penulis mengamati tindakan mereka dan mendengarkan percakapan yang terjadi selama aktivitas berlangsung. Berikut beberapa dokumentasi saat penulis mengikuti kegiatan tersebut.



Gambar III. 4 Inspeksi Penggantian Lampu AFL

Dalam observasi lapangan, penulis didampingi oleh beberapa teknisi listrik unit *Electrical, Mechanical and Equipment Facility* (EMEF) Bandara Radin Inten II Lampung yang bertugas pada saat itu. Selama proses inspeksi, penulis mengamati dan mengetahui setiap proses yang terjadi, juga merasakan kelebihan dan kekurangan dalam pelaksanaan kegiatan inspeksi penggantian lampu AFL secara manual. Dari kegiatan ini penulis menemukan pokok permasalahan dan mencari tahu solusi pengembangan inovasi sistem monitoring status *on/off* AFL untuk bandara tersebut.

b. Wawancara

Wawancara yang dilaksanakan bersifat terbuka tanpa menggunakan daftar pertanyaan, melainkan berpedoman pada garis besar variabel penelitian. Teknik ini digunakan penulis pada studi pendahuluan untuk memperoleh data awal dari lokasi penelitian. Metode ini memiliki kelebihan dimana percakapan berlangsung secara spontan dan topik pembahasan tidak terbatas. Wawancara dilakukan secara langsung dan melibatkan satu *supervisor* dan dua teknisi Unit EMEF seperti pada Tabel III. 1 berikut:

Tabel III. 1 Data Narasumber Wawancara

No.	Nama	NIK	Jabatan	License	Rating
1.	Vica Januar Rooroh, S.Si.T.	20247657	<i>Supervisor</i> Unit EMEF	Ahli	CCR GNS ALS
2.	Daniel Budi Wijayanto, S.T.	20242340	<i>Technician</i> Unit EMEF	Ahli	ALS CCR
3.	Dennis Eka Cahya E.	20247777	<i>Technician</i> Unit EMEF	Ahli	TRD ALS

(Sumber: Bandara Radin Inten II Lampung, 2025)

Guba & Lincoln tahun 1994 berpendapat dalam buku Sugiyono (2013), mengklasifikasikan pertanyaan wawancara menjadi beberapa jenis, antara lain: pertanyaan hipotesis yang meminta informan membayangkan suatu kemungkinan; pertanyaan ideal yang menanyakan pendapat terhadap kondisi yang diharapkan; pertanyaan alternatif yang mendorong informan memberi solusi lain; dan pertanyaan interpretatif yang meminta penafsiran terhadap suatu peristiwa. Selain itu, terdapat pertanyaan yang meminta saran, pertanyaan untuk menggali alasan atau motif, serta pertanyaan argumentatif untuk memperoleh pendapat mendalam. Jenis lainnya adalah pertanyaan

eksploratif untuk mencari sumber data tambahan, pertanyaan yang menggali kepercayaan terhadap suatu kebijakan, dan pertanyaan mengarahkan untuk melengkapi informasi yang telah diperoleh. Berdasarkan klasifikasi tersebut, penulis menyusun pedoman wawancara terlebih dahulu sebelum pelaksanaan wawancara dengan mengacu pada pendekatan Miles and Huberman (1994). Hal ini dilakukan untuk memastikan wawancara berjalan secara terstruktur dan sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun daftar pertanyaan yang digunakan dalam wawancara disusun sebagai berikut:

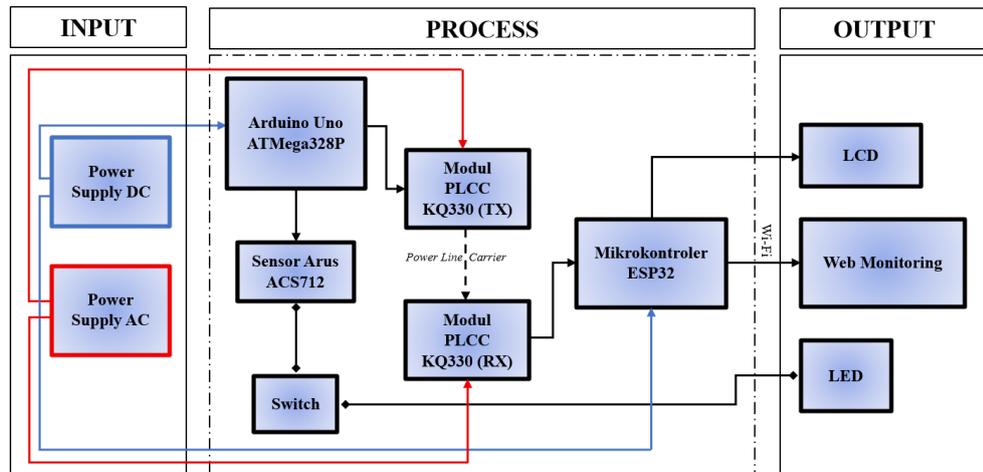
Tabel III. 2 Data Pertanyaan Wawancara

No.	Pertanyaan
1.	Apakah pelaksanaan inspeksi penggantian lampu AFL di Bandara Radin Inten II Lampung saat ini sudah sesuai dengan SOP yang berlaku atau ada interpretasi berbeda dari SOP tersebut dalam praktik lapangan?
2.	Selama proses inspeksi penggantian lampu AFL secara manual yang saat ini dilakukan, kendala teknis atau operasional apa saja yang paling sering muncul di lapangan, dan bagaimana biasanya teknisi mengatasinya?
3.	Pernahkah ada kejadian yang berdampak dari keterlambatan deteksi kerusakan lampu atau bahkan mengganggu kelancaran tugas teknisi lainnya?
4.	Jika tersedia sistem monitoring AFL berbasis IoT yang mampu mendeteksi status <i>on/off</i> lampu secara <i>real-time</i> , menurut Anda bagaimana sistem tersebut akan mengubah cara kerja tim teknisi listrik di lapangan?
5.	Apakah Anda pernah melihat atau mengetahui penerapan sistem monitoring AFL berbasis IoT di bandara lain? Jika ya, menurut Anda apakah sistem tersebut terbukti efektif dalam membantu teknisi dan mempercepat proses inspeksi penggantian lampu AFL?

3. Desain Produk

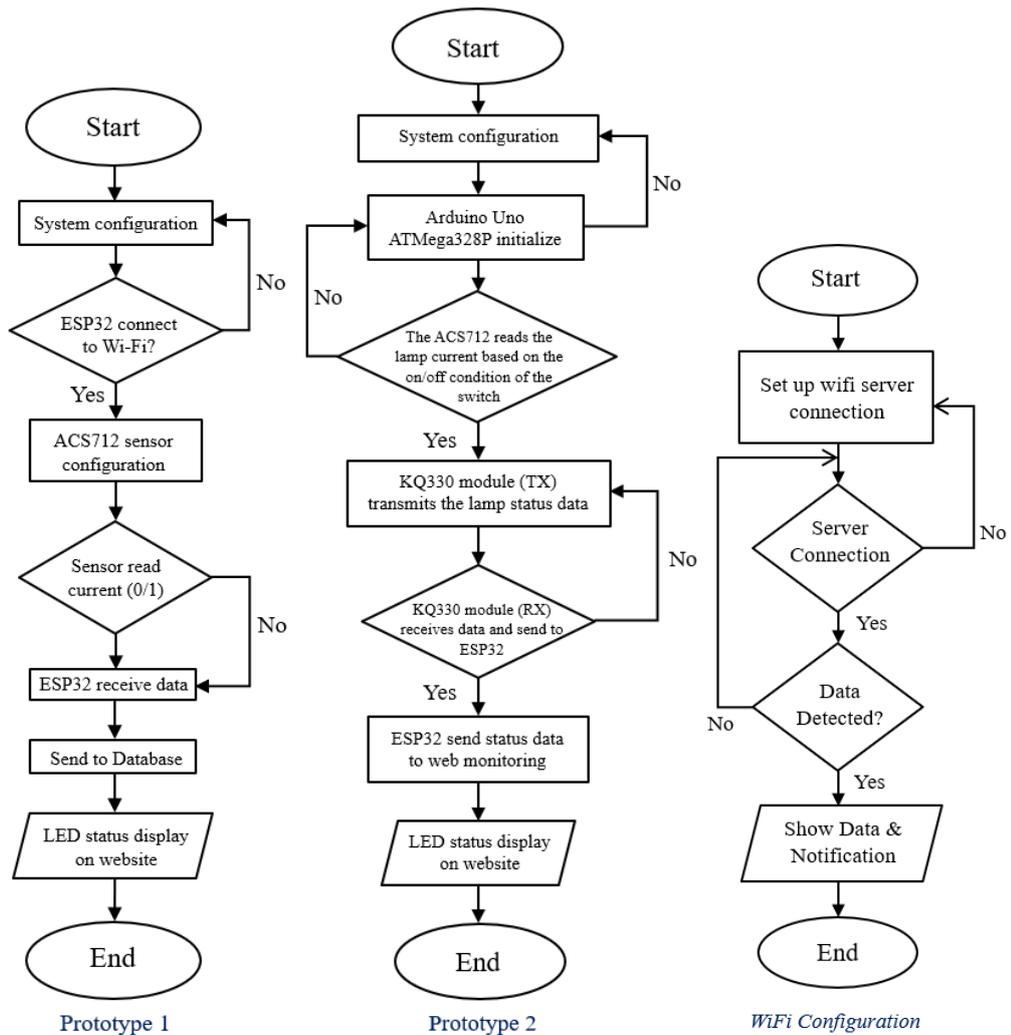
Desain produk merupakan rangkaian proses dalam memahami dan membuat perencanaan komponen yang tepat untuk digunakan agar sistem dapat berjalan sesuai fungsinya dan dapat menggambarkan nilai dan manfaatnya bagi pengguna. Pada tahap ini penulis membaca dan mencari tahu referensi dari berbagai sumber terkait spesifikasi komponen yang sesuai untuk digunakan, membuat *flowchart* alur kerja rangkaian, diagram blok dan *wiring system*, desain *interface*, serta desain penerapan. Penulis juga telah melampirkan *datasheet* spesifikasi setiap komponen utama pada Lampiran D.

1) Diagram Blok Sistem



Gambar III. 5 Diagram Blok

2) Flowchart Alur Kerja



Gambar III. 6 Flowchart Alur Kerja

Dalam penelitian ini, penulis merancang dan merealisasikan dua rangkaian *prototype* sistem monitoring lampu dengan sistem kerja yang sama, namun menggunakan beberapa jenis komponen dan konfigurasi yang berbeda.

4. Validasi Desain

Tahap validasi desain bertujuan untuk mengkaji secara menyeluruh kinerja *prototype* ALMOS berbasis IoT, serta mengidentifikasi komponen-komponen yang memerlukan perbaikan atau penyempurnaan. Di tahap ini, penulis melakukan diskusi dan pengujian alat melalui Google Meet bersama personel teknisi listrik unit EMEF Bandara Radin Inten II Lampung selaku ahli materi dan teknik lapangan, dosen Politeknik Penerbangan Palembang selaku ahli alat, serta pegawai bidang teknologi informasi selaku ahli media. Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh validasi dan revisi dari *prototype* yang telah dibuat, untuk kemudian dijadikan acuan perbaikan pada tahap selanjutnya. Berikut peserta pelaksanaan uji validasi *prototype* ALMOS:

Tabel III. 3 Data Validator dari Bandara

No.	Nama	NIK	Jabatan	License	Rating
Validator Ahli Materi					
	Vica Januar Rooroh, S.Si.T.	20247657	<i>Supervisor</i> Unit EMEF Bandara Radin Inten II Lampung	Ahli	CCR GNS ALS
Validator Ahli Teknisi Lapangan					
	Daniel Budi Wijayanto, S.T.	20242340	<i>Technician</i> Unit EMEF Bandara Radin Inten II Lampung	Ahli	ALS CCR

(Sumber: Data Pegawai Bandara Radin Inten II Lampung, 2025)

Tabel III. 4 Data Validator dari Kampus

No.	Nama	Jabatan
Validator Ahli Alat		
	Johny Emiyani, S.Si.T., M.Si. NIP. 19811005 200912 1 003	Penyusun Bahan Kegiatan Belajar Mengajar
Validator Ahli Media		
	Muhammad Nabil Putra Esa Yani, S.Kom. NIP. 19961122 202321 1 007	Ahli Pertama – Pranata Komputer

(Sumber: Data Pegawai Politeknik Penerbangan Palembang, 2025)

Dalam pelaksanaannya, penulis akan mempresentasikan secara rinci komponen-komponen penyusun serta cara kerja sistem ALMOS yang telah dirancang dalam bentuk *prototype*. Presentasi ini juga akan disertai dengan penjelasan alur

koneksi sistem menuju web monitoring, yang telah dibuat sebagai gambaran awal penerapan sistem di lapangan. Proses ini bertujuan untuk menguji kelayakan dan efektivitas sistem sebelum diimplementasikan secara nyata.

5. Revisi Desain

Dari tahap validasi melalui diskusi secara langsung dengan praktisi dan tenaga ahli dibidangnya, kelemahan produk teridentifikasi. Hal ini dapat terkait spesifikasi alat dan kesesuaian dengan regulasi penerbangan. Kekurangan dari *prototype* ini kemudian diperbaiki melalui revisi desain.

6. Uji Coba Produk

Uji coba produk bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana produk bekerja serta memastikan fungsinya berjalan sesuai harapan gambaran penerapan dalam kondisi nyata di lapangan. Teknik pengujian dilakukan dengan menyambungkan web *server* yang telah dirancang ke rangkaian *prototype* sebagai representasi AFL di lapangan. Percobaan dapat dilakukan dengan dua opsi untuk *prototype* pertama, yaitu memutus kabel jumper yang tersambung ke LED atau memutuskan saklar yang juga terhubung LED dan sensor arus ACS712. Hasilnya akan dilihat apakah *digital map* pada web *server* dan *display* LCD berhasil menampilkan status lampu sesuai dengan titik lokasi yang ada di *prototype*. Selanjutnya untuk pengujian *prototype* kedua, penulis melakukan pengujian sistem secara keseluruhan dengan adanya penambahan modul PLCC KQ330 apakah monitoring tetap bekerja sesuai yang diharapkan. Dari hasil pengujian nanti akan dilihat apakah kedua rangkaian dapat menggambarkan sistem kerja ALMOS dalam penerapannya di lapangan.

B. Teknik Analisis Data

Berupa uji coba pengoperasian *prototype* yang terhubung ke sistem monitoring yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *prototype* sistem ALMOS dapat menampilkan hasil monitoring sesuai dengan penomoran yang telah diberikan pada setiap lampu LED.

Peneliti menggunakan teknik uji validasi dengan perhitungan skala *likert* sebagai alat ukur, yang termasuk dalam jenis skala ordinal. Skala ordinal digunakan untuk menunjukkan urutan atau tingkatan suatu kategori, namun tidak mengharuskan adanya jarak yang sama antara tiap kategori. Skala *likert* yang diterapkan pada

penelitian ini direpresentasikan dengan angka 1 sampai 5. Perbedaan antar angka tersebut tidak menggambarkan jarak yang mutlak atau seragam (Sanaky dkk., 2021). Berikut perhitungan kriteria nilai validitas produk:

$$\text{Nilai Validitas} = \frac{\text{Skor keseluruhan}}{\text{Skor maksimal yang diharapkan}} \times 100\%$$

Tabel III. 5 Kriteria Interpretasi Skala Validasi

Skala Skor (%)	Klasifikasi
80% - 100%	Sangat Layak
66% - 79%	Layak
56% - 65%	Cukup
40% - 55%	Kurang Layak
0% - 39 %	Tidak Layak

(Sumber: Arikunto, 2021)

Berdasarkan kriteria di atas, penulis melampirkan sepuluh pernyataan kepada penguji terkait hasil dari pengujian *prototype* yang dilakukan seperti berikut:

Tabel III. 6 Validasi Uji Coba *Prototype*

No.	Aspek Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian fitur sistem dengan tujuan monitoring dan <i>preventive maintenance</i> AFL.					
2.	Alur komunikasi data antar komponen (sensor, <i>power line carrier</i> , mikrokontroler, web) mudah dipahami.					
3.	Tampilan web pada <i>prototype</i> sistem ALMOS mudah dipahami oleh pengguna.					
4.	Keakuratan sistem <i>prototype</i> dalam mendeteksi status <i>on/off</i> lampu.					
5.	Kemampuan sistem dalam menampilkan status tiap titik lampu secara <i>real-time</i> .					
6.	Kemudahan dalam instalasi dan integrasi antar komponen (sensor arus, modul PLCC, ESP32, web).					
7.	Rangkaian <i>prototype</i> bekerja sesuai tujuan perancangan.					
8.	Web yang digunakan berfungsi stabil saat melakukan uji coba produk.					
9.	Kelayakan <i>prototype</i> sebagai dasar implementasi sistem monitoring AFL di lapangan.					
10.	Kelayakan <i>prototype</i> sebagai media pembelajaran praktikum di kampus.					

Berdasarkan hasil skor, *prototype* ALMOS dapat dinyatakan baik apabila rata-rata dari seluruh aspek pada angket memperoleh persentase $\geq 65\%$ dengan klasifikasi

layak. Para penguji juga diminta memberikan masukan dan saran sebagai bahan perbaikan, agar sistem yang dikembangkan menjadi layak dan efektif sebagai acuan dalam mengembangkan sistem monitoring yang sebenarnya di lapangan.

C. Jadwal Pelaksanaan

Politeknik Penerbangan Palembang akan menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini meliputi kegiatan observasi hingga pengujian produk yang berlangsung mulai dari bulan Februari 2025 sampai dengan Juli 2025. Berikut ini tabel rincian jadwal pelaksanaannya:

Tabel III. 7 Jadwal Pelaksanaan

No.	Nama Kegiatan	Uraian Kegiatan	Waktu (Bulan)					
			2	3	4	5	6	7
1.	Penentuan Tema	Tema penelitian yang akan diangkat didasarkan pada masalah yang ditemukan saat pelaksanaan OJT.						
2.	Penentuan Judul	Judul yang ditentukan menyesuaikan dengan pokok masalah yang diangkat dan masukan dari beberapa pihak.						
3.	Review Hasil OJT dan Studi Literatur	Membaca kembali dan merangkum laporan OJT, serta me-review jurnal terkait untuk perbandingan metode yang digunakan.						
4.	Mencari Referensi	Membaca jurnal-jurnal terkait sebagai perbandingan metode yang ada.						
5.	Penyusunan dan Bimbingan Laporan	Menyusun proposal dan melakukan bimbingan dengan pembimbing I dan II mengenai rancangan yang akan dibuat untuk kemudian dipresentasikan dalam seminar proposal.						
6.	Sidang Seminar Proposal	Proposal yang telah disetujui oleh pembimbing I dan II akan digunakan sebagai acuan untuk Tugas Akhir.						
7.	Pelaksanaan Penelitian dan Pengujian Alat	Mencari komponen dan bahan, serta merakit rangkaian sesuai desain yang telah dirancang.						
8.	Penyusunan Tugas Akhir	Dibuat berdasarkan data sesuai hasil observasi dan pengujian. Penyusunan ini sebagai syarat memenuhi sidang Tugas Akhir.						
9.	Sidang Tugas Akhir	Sidang dilakukan apabila telah memenuhi syarat dan dilaksanakan sesuai jadwal yang telah ditentukan.						

(Sumber: Dokumen Politeknik Penerbangan Palembang, 2025)