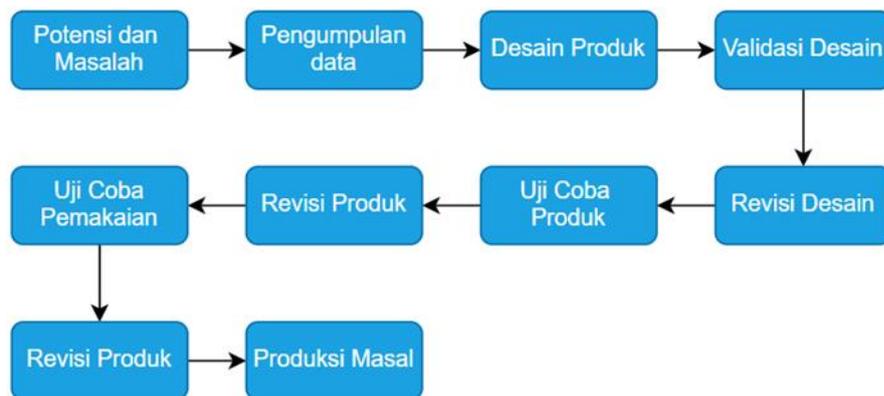


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *Research and Development* (R&D), yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan produk tertentu dan melakukan uji keefektifan pada produk tersebut (Nurhasanah, 2021). Metode ini merupakan serangkaian langkah yang terstruktur, dimulai dari identifikasi masalah atau peluang, perencanaan penelitian, pengumpulan data, analisis, hingga pengembangan solusi atau produk baru (Sugiyono, 2022). Metode R&D dipilih karena bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi *prototype* secara sistematis, sehingga menghasilkan solusi yang efektif dan inovatif. Dalam penelitian ini, metode R&D difokuskan pada pengembangan *prototype solar tracker single axis* berbasis Arduino yang dirancang untuk meningkatkan kinerja panel surya, khususnya dalam aplikasi lampu penerangan di bandara. Metode *prototype* dipilih karena mempermudah proses perancangan penelitian untuk mendeskripsikan dan menjelaskan objek berdasarkan kondisi yang ada (Rahayu Dewi et al., 2021).



Gambar III. 1 Diagram alir metode penelitian
(Sumber: Sugiyono, 2022)

Metode penulisan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada metode dari Borg and Gall, yang secara umum terdiri dari 10 (sepuluh) tahapan penelitian. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* pada level 1, yaitu pengembangan produk hingga tahap uji coba produk. Pada penelitian ini tidak sampai pada tahap produksi massal atau pembuatan produk secara luas, melainkan sebatas menghasilkan *prototype* yang layak diuji coba. Fokus utama penelitian ini adalah membuktikan kelayakan awal dan efektivitas alat melalui tahapan identifikasi potensi dan masalah, pengumpulan data, perancangan, pembuatan, hingga uji coba produk. Pertimbangannya yaitu pada tahap selanjutnya, tahap tujuh atau revisi produk, difokuskan kepada penyempurnaan produk setelah dilakukan uji coba. Lalu pada tahap 8 (delapan), yaitu uji coba pemakaian, dilakukan dalam skala besar serta melibatkan banyak pihak, seperti penerapan pada bandara. Selanjutnya pada tahap 9 (Sembilan) dan 10 (sepuluh), tidak dilaksanakan karena penelitian ini masih ada di tahap pengembangan, validasi awal, dan uji coba terbatas. Sehingga belum memungkinkan untuk mencapai tahap penyempurnaan dan produksi massal.

B. Prosedur Penelitian

Dari 10 (sepuluh) langkah penelitian yang ada pada metode *Research & Development (R&D)*, peneliti hanya akan mengambil sampai dengan 6 (enam) langkah sesuai dengan yang sudah dijelaskan sebelumnya, berikut langkah-langkahnya:

1. Potensi dan Masalah

Tahap awal yaitu identifikasi potensi dan masalah selama pelaksanaan kegiatan *On the Job Training*. Berdasarkan pengamatan didapatkan pentingnya pemanfaatan *solar cell* dalam meningkatkan kinerja untuk menghasilkan daya. Kota Semarang, yang dikenal sebagai salah satu kota terpanas di Indonesia dengan suhu rata-rata mencapai 36,6°C berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Bulan Oktober Tahun 2023. Dengan suhu kota yang tinggi, Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi surya yang melimpah. Penerapan *solar cell* saat ini

khususnya pada area lampu penerangan jalan, seringkali tidak mampu hidup sepanjang malam dikarenakan tidak cukupnya daya pada penyimpanan baterai. hal ini dapat menyebabkan potensi kecelakaan dan kejahatan karena minimnya pencahayaan.

2. Pengumpulan Data

Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data dengan metode observasi secara langsung di Lokasi Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang dan melalui wawancara bersama dengan teknisi bandara. Selain itu, dilakukan pula perhitungan daya dari komponen yang akan digunakan berdasarkan data aktual di lapangan. Berikut penjelasan mengenai proses pengumpulan data yang dilakukan:

a. Observasi

Pada saat pelaksanaan observasi, penulis mencatat bahwa pemanfaatan *solar cell* sebagai sumber daya listrik khususnya pada area lampu penerangan jalan, sebelumnya masih menggunakan sistem off grid atau tidak terhubung dengan sumber daya PLN sebagai *backup power*nya. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa kali lampu penerangan tidak menyala akibat keterbatasan pasokan energi. Selain itu, letak panel surya yang berada di ketinggian menyulitkan proses perawatan dan pemeliharannya. Namun, saat ini sistem telah mengalami peningkatan dengan adanya penyambungan ke jaringan PLN.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data terkait penerapan *solar cell*, didapatkan bahwa penerapan *solar cell* yang digunakan baru mampu mensuplai energi 9,81 MWh dari total daya listrik yang digunakan di bandara. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa efisiensi sistem penerangan berbasis *solar cell* di bandara tersebut masih belum mencukupi.

3. Desain Produk

a. Deskripsi Alat

Solar tracker merupakan sebuah alat yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas panel surya dengan menggerakkan panel mengikuti pergerakan matahari, sehingga panel selalu berada pada sudut optimal untuk menyerap sinar matahari secara maksimal (Agus Suryanto et al., 2021). Agar *solar tracker* dapat berfungsi dengan baik diperlukan komponen yang dirancang khusus untuk mendukung kinerja alat, sehingga mampu bersinergi membuat *prototype* yang handal dan efisien.

b. Perhitungan Alat

a. Rumus Perhitungan Daya Motor Servo

- Daya Motor

$$P = V \times I$$

Keterangan:

V : Tegangan operasi servo (Volt)

I : Arus yang ditarik servo (Ampere)

- Energi Motor

$$E = P \times t$$

Keterangan:

t : Waktu gerakan dalam jam

Konversi detik ke jam $\frac{\text{detik}}{3600}$

b. Rumus Perhitungan Kapasitas Panel Surya

$$P_{\text{panel surya}} = \frac{ET}{\text{insolasi matahari}} \times 1.1$$

Ket:

I : Arus (A)

P : Daya Lampu (W)

V : Tegangan Lampu (V)

c. Rumus Perhitungan Kapasitas Baterai

$$ET = \frac{Ah}{Vs}$$

Ket:

ET : Energi Total

Ah : Arus Baterai (Ah)

Vs : Tegangan Baterai (V)

c. Desain Alat

Peneliti melakukan perancangan desain 3D dengan menggunakan perangkat lunak *Sketchup*. Pemilihan *sketchup* ini didasarkan pada kemudahannya dalam membuat desain awal tanpa harus menggunakan ukuran yang sangat presisi, sehingga memungkinkan penggunaan ukuran panjang, lebar, dan tinggi secara fleksibel. Selain itu, proses pengeditan pada *Sketchup* dinilai lebih mudah dipahami dibandingkan dengan perangkat lunak desain lain (Harianja, 2021).

4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan tahapan yang melibatkan evaluasi oleh para ahli untuk menilai berbagai aspek seperti validitas isi, kualitas linguistik, penyajian, serta manfaat dari suatu produk atau alat (Nurwulan et al., 2022). Tabel berikut menyajikan kriteria dan kategori penilaian yang digunakan oleh validator untuk menentukan tingkat kevalidan alat. Tingkat kevalidan tersebut dapat dianalisis berdasarkan tabel berikut:

Tabel III. 1 Kriteria penilaian alat
(Sumber: Yulianti, 2021)

Kriteria	Kategori
84,01% - 100,00%	Sangat Baik
68,01% - 84,00%	Baik
52,01% - 68,00%	Cukup

36,01% - 52,00%	Kurang Baik
20,01% - 36,00%	Tidak Baik

Selanjutnya, untuk memperoleh hasil skor dan kuesioner, digunakan rumus berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Abdullah dkk., 2021) sebagai berikut:

$$\text{Nilai Validitas} = \frac{\text{Jumlah Skor Yang di Peroleh}}{\text{Jumlah ideal}} \times 100\%$$

Keterangan:

Jumlah Skor : Jumlah skor dari ahli

Skor Ideal : Skor tertinggi dari angket dikalikan jumlah butir

Berikutnya, tabel di bawah ini memuat lembar pengujian yang akan dinilai oleh para ahli dari Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, serta divalidasi oleh tenaga ahli di bidang kelistrikan dari Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang, adapun rinciannya sebagai berikut:

Tabel III. 2 Aspek penilaian alat
(Sumber: Amalia dkk, 2020)

Aspek Penilaian		Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
A. Kegunaan (Usability)						
1	Apakah alat mudah untuk dioperasikan					
2	Apakah sistem pelacakan posisi matahari berjalan dengan baik					
B. Fungsionalitas (Funcionality)						
1	Apakah semua fitur dan fungsi alat bekerja sesuai dengan yang diharapkan					
2	Penggunaan Solar Tracker mampu meningkatkan daya pada panel surya					
C. Efisiensi (Efficiency)						

1	Seberapa cepat respon alat dalam menjalankan fungsinya					
2	Sistem mampu mengarahkan panel secara tepat ke arah cahaya matahari.					
D. Keandalan (Reliability)						
1	Seberapa sering alat mengalami kegagalan atau kerusakan selama penggunaannya					
2	Alat tetap berfungsi secara konsisten dalam jangka waktu lama					

5. Revisi Desain

Setelah tahap validasi desain selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah merevisi desain untuk menyempurnakan rancangan alat sesuai dengan saran dan hasil evaluasi yang diberikan oleh validator.

6. Uji Coba Produk

Pada tahap ini, dilakukan pengujian *prototype solar tracker* setelah melalui proses penilaian oleh para ahli. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membandingkan jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh *solar* yang menggunakan sistem *tracker* dengan yang tanpa sistem *tracker*.

C. Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *solar tracker*, sebagai peningkatan efektivitas *solar cell* pada lampu penerangan di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang. Berikut tahapan pembuatan Tugas Akhir:

Tabel III. 3 Jadwal pelaksanaan Tugas Akhir
(Sumber: Penulis, 2025)

Kegiatan	Maret	April	Mei	Juni	Juli
Pengajuan Judul (Sempro)					
Pencarian materi dan pembuatan alat					
Pelaksanaan uji validitas alat					
Pelaksanaan sidang Tugas Akhir					