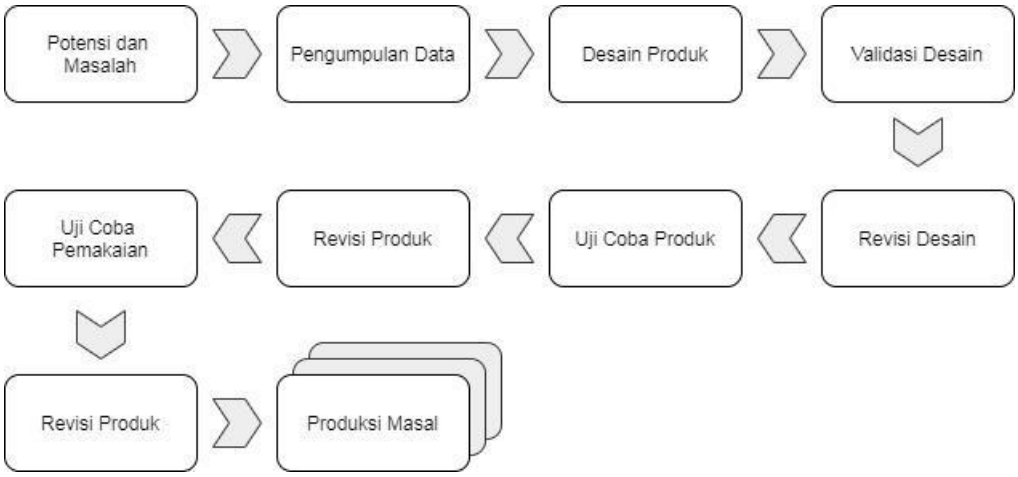
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

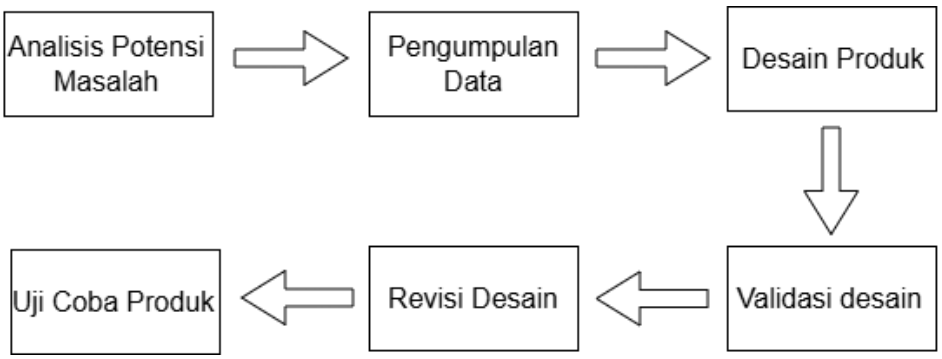
Metode penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D), adalah salah satu macam penelitian yang sering digunakan pada pendidikan. Penelitian dan pengembangan adalah langkah ilmiah guna mendapatkan data sehingga dapat memudahkan penulis untuk menghasilkan, mengembangkan, mengesahkan produk (Agustina, 2024). Dengan menggunakan metode ini diharapkan produk yang dihasilkan memiliki hasil yang bermanfaat, baik untuk masyarakat ataupun dunia industri. Maka penelitian ini dilakukan untuk menguji keberhasilan produk yang telah dirancang yaitu sistem kontrol dan monitoring pada motor pompa untuk memberikan kinerja yang efektif dan efisien bagi dunia industri dengan menggunakan metode penelitian *Research and Development.* Pada penelitian ini penulis akan menggunakan pendekatan *Borg & Gall* untuk membantu dalam menghasilkan penelitian yang valid.



Gambar III. 1 Metodologi R&D
(*Sumber : Wiberson dkk., 2022)*

Pada penelitian ini penulis melakukan pendekatan dengan model penelitian *Borg & Gall* yang memiliki 10 langkah tahap penelitian. Namun dalam penelitian ini penulis hanya melaksanakan 6 tahapan dari model penelitian *Borg & Gall*.

Pemilihan 6 tahapan penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan (Abdullah dkk., 2023) pada penelitian ini mengadaptasi pendekatan yang sama yaitu *Borg & Gall* dimana pada penelitian ini meringkas jumlah tahapan penelitian menjadi 3 tahapan agar sesuai dengan metodologi penelitiannya. Sehingga pada penelitian ini penulis meringkas tahapan penelitian *Borg & Gall* menjadi 6 tahapan mulai dari analisis potensi masalah hingga uji coba produk. Alasan meringkas tahapan metode penelitian ini ada beberapa faktor diantaranya: keterbatasan waktu penelitian, kurangnya sumber daya penulis, dan keterbatasan biaya dalam penelitian. Dengan menggunakan pendekatan *Bord & Gall* ini dapat memfokuskan tahapan yang telah ditentukan oleh penulis, sehingga pemilihan metode ini merupakan pendekatan yang paling sesuai dan relevan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan harapan penulis.



Gambar III. 2 Tahapan penelitian

B. Prosedur Penelitian

Dalam tahap ini, penulis melakukan penelitian dengan tahapan – tahapan yang sesuai dengan metode penelitian (R&D). Penulis akan mengikuti semua prosedur yang sesuai dan tahapan yang telah ditetapkan, untuk memastikan setiap langkah yang dilakukan telah sesuai dan mewakili semua aspek yang dibutuhkan dalam penelitian penelitian dengan metode (R&D) (Sugiyono, 2013). Untuk menggambarkan bagaimana prosedur berjalan dengan baik, dapat dilihat dibawah ini merupakan penjelasan prosedur penelitian :

1. Analisis Potensi Masalah

Potensi masalah pada penelitian ini berdasarkan kendala yang ditemukan oleh penulis selama melaksanakan kegiatan *On the Job Training* di Bandara Internasional Mahmud Badaruddin II Palembang. Dimana dalam pengoperasian pompa air baku pada sistem *Water Treatment Plant* (WTP) yang masih dilakukan secara manual secara bergantian. Dengan sistem pengoperasian yang masih manual ini memiliki kekurangan yaitu tidak efektif dan beresiko terjadinya *human error* dan mengakibatkan *life time* motor pompa menjadi singkat. Serta kurangnya sistem yang dapat memonitoring kondisi motor pompa secara *realtime.* Mengingat dalam proses produksi air bersih pada sistem WTP teknisi harus *stand by* untuk mengawasi sistem pengelolaan air bersih sedangkan operasional air bersih lainnya tetap harus diawasi oleh teknisi baik di area terminal dan perkantoran. Sehingga dilakukan penelitian ini untuk mengoptimalisasi sistem pengoprasian motor pompa dan monitoring kondisi motor pompa secara *realtime* untuk mendukung operasional Bandara Internasional SMB II berjalan dengan optimal.

2. Pengumpulan Data

Dalam rangka memperoleh data yang akurat dan komprehensif, tahap pengumpulan data dilakukan melalui dua metode utama, yaitu observasi lapangan dan wawancara dengan personil terkait.

a. Observasi lapangan bertujuan untuk mengamati secara langsung kondisi, aktivitas, serta dinamika yang terjadi di lokasi penelitian. Hal ini memungkinkan penulis untuk memahami konteks secara mendalam dan mendapat data yang tepat untuk menjawab permasalahan pada penelitian ini. Sementara itu,
b. wawancara dengan personel *plumbing* dan supervisor Bandara SMB II dilakukan untuk menggali informasi, perspektif, dan pengalaman langsung dari teknisi yang bertugas pada proses pengelolaan air bersih. Anggota personel plumbing yang diwawancara diantaranya :

Tabel III. 1 Daftar nama wawancara

No	Nama	Jabatan
1	Akhmad Sapta N	*Supervisor of Plumbing*
2	Thobary	*Team Leader*
3	Muhammad Kurniawan	*Technician*

Melalui wawancara, penulis dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai praktik, tantangan, dan solusi yang dihadapi oleh para pelaku di lapangan. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang holistik dan mendukung analisis data yang lebih komprehensif.

3. Desain Produk

Berdasarkan permasalahan dan kendala yang telah ditemukan serta didukung dengan data yang telah dikumpulkan. Penulis merancang desain inovasi yang berbentuk *prototype* yang dapat menjawab permasalahan yang ada dilapangan dan bertujuan memenuhi kebutuhan pemeliharaan pada sistem WTP di Bandara Internasional SMB II Palembang. Desain produk pada sistem kontrol motor pompa air baku berbasis IoT dimulai dengan perumusan alur kerja sistem untuk menjawab permasalahan operasional pompa yang masih dilakukan secara manual.

Alur kerja disusun dalam bentuk flowchart yang menggambarkan tahapan sistem mulai dari inisiasi, pengecekan kondisi awal, proses pemompaan, monitoring parameter, hingga interupsi sistem jika terdeteksi gangguan atau anomali. Selanjutnya dilakukan perancangan model 3D menggunakan perangkat lunak desain untuk menentukan tata letak dan dimensi fisik dari komponen yang digunakan. Dalam tahap ini juga dilakukan penyesuaian skala antara *prototype* dan kondisi aktual di lapangan menggunakan pendekatan skala volumetrik. Setelah desain fisik ditentukan, proses dilanjutkan dengan pembuatan sistem kelistrikan atau wiring, yang

melibatkan pengkabelan antara sensor-sensor, mikrokontroler, solid state relay, dan motor pompa. Untuk memastikan keandalan dan keamanan sistem, dilakukan perhitungan arus motor guna menentukan kapasitas komponen kontrol daya yang tepat. Proses selanjutnya adalah perakitan alat, yang dilakukan dengan menyusun seluruh komponen berdasarkan desain yang telah dirancang dan disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Tahapan terakhir adalah pemrograman mikrokontroler, di mana logika kerja sistem diterjemahkan ke dalam bentuk kode program. Program ini mengatur pembacaan data sensor, kontrol aktuator, fitur proteksi sistem, serta pengiriman data ke antarmuka pengguna seperti LCD dan aplikasi Blynk untuk pemantauan secara real-time. Seluruh rangkaian proses ini dirancang untuk menciptakan sistem pompa air baku yang otomatis, efisien, dan responsif terhadap kondisi operasional.

4. Validasi Desain

Validasi desain dalam penelitian adalah langkah kritis untuk memastikan bahwa penelitian yang dilakukan menghasilkan data yang akurat, reliabel, dan dapat diandalkan. Proses validasi melibatkan para ahli untuk melakukan evaluasi kekurangan dan kelebihan kepada *prototype* kontrol dan monitoring jarak jauh pompa air baku pada sistem WTP. Teknik analisis data yang digunakan untuk menentukan validasi instrumen agar mendapatkan hasil yang valid. penulis akan melakukan analisis data yang telah didapat dari penilaian pada team *plumbing*. teknik analisis data dilakukan untuk mendapatkan nilai validasi atau kemampuan dari *prototype* kontrol pompa jarak jauh dalam meningkatkan efisiensi kinerja produksi air bersih pada sistem WTP Bandara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II.

Instrumen pengumpulan data validasi dilakukan dengan menyusun pertanyaan tertulis yang berisi penilaian terhadap kualitas produk yang telah dipresentasikan oleh peneliti. Pertanyaan ini bertujuan untuk menilai kelayakan produk berdasarkan persepsi ahli atau pengguna terhadap aspek fungsionalitas, keandalan, efisiensi, dan kemudahan penggunaan (Fithria

Nova & Yunitasari, 2021). Model evaluasi ini mengacu pada standar ISO 9241-11, yang digunakan untuk menguji suatu produk agar memenuhi standar kualitas rekayasa perangkat lunak serta untuk mengetahui aspek apa saja yang perlu diperbaiki dalam proses pengembangan produk (Kartiko, 2019). Nilai yang telah dikumpulkan akan diolah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{Jumlah skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \text{ x } 100\% \quad (1)$$

(Zakaria dkk., 2021)

Tabel III. 2 Rata-rata kriteria kelayakan produk

No	Aspek yang Dinilai	Kategori Kelayakan
1	84,01% – 100%	Sangat Baik
2	68,01% – 84,00%	Baik
3	52,01% – 68,00%	Cukup
4	36,01% – 52,00%	Kurang Baik
5	20,00% – 36,00%	Tidak Baik

(Yulianti, 2021)

Tabel III. 3 Tabel kriteria jawaban angket dengan skala likert

Nilai Responded	Kriteria
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup
2	Kurang Baik
1	Tidak Baik

(*Sedarmayanti, 2022*)

Tabel III. 4 Instrumen validasi ahli materi

Aspek Penilaian		Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
A. Kegunaan (*Usability*)						
1	Apakah pengoperasian alat mudah untuk dioperasikan menggunakan *Blynk*					
2	Apakah Sistem monitoring operasional berjalan dengan baik					
B. Fungsionalitas (*Functionality*)						
1	Bagaimana kemudahan operasional alat dapat dioptimalkan ketika diintegrasikan dengan platform *Blynk*					
2	Apakah sistem aplikasi *Blynk* mampu membagi beban kerja sesuai kebutuhan					
3	Bagaimana Penggunaan sensor PZEM, ultrasonik, dan Ds18 mampu meningkatkan efektifitas kinerja					
C. Efisiensi (*Efficiency*)						
1	Apakah produk ini mampu memonitoring sistem secara *realtime*					
2	Seberapa cepat dan efisien produk ini membantu pengguna mencapai tujuan mereka					
D. Kepuasan (*Satisfaction*)						
1	Seberapa puas Anda dengan pengalaman menggunakan produk ini secara keseluruhan					

Tabel III. 5 Instrumen validasi ahli media

Aspek Penilaian		Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
A. Kegunaan (*Usability*)						
1	Apakah pengoperasian alat mudah untuk dioperasikan menggunakan *Blynk*					
2	Apakah Sistem monitoring operasional berjalan dengan baik					
B. Fungsionalitas (*Functionality*)						
1	Bagaimana kemudahan operasional alat dapat dioptimalkan ketika diintegrasikan dengan platform *Blynk*					
2	Apakah sistem aplikasi *Blynk* mampu membagi beban kerja sesuai kebutuhan					
3	Penggunaan sensor PZEM, ultrasonik, dan Ds18 mampu meningkatkan efektifitas kinerja					
C. Efisiensi (*Efficiency*)						
1	Sistem monitoring dapat dilakukan secara *realtime*					
2	Seberapa cepat dan efisien produk ini membantu pengguna mencapai tujuan mereka					
D. Kepuasan (*Satisfaction*)						
1	Seberapa puas Anda dengan pengalaman menggunakan produk ini secara keseluruhan					

Hasil uji coba produk nantinya akan dikonversi menjadi skor yang jumlah kategorinya telah ditentukan oleh penulis. Selain nilai para ahli juga akan

memberi saran dan masukan kepada peneliti langkah apa yang akan dilakukan dalam pengembangan dan perbaikan pada produk yang diteliti. Dengan melakukan validasi desain, penulis dapat mengetahui perbaikan dan pengembangan lanjutan pada alat yang telah diuji oleh para ahli untuk menghasilkan alat yang efektif dan efisien Sehingga penulis mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan harapan dan memiliki fungsi yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan pada sistem WTP Bandara Internasional Mahmud Badaruddin II Palembang**.**

5. Revisi Desain

Revisi desain merupakan langkah penting dalam penelitian untuk memastikan bahwa desain yang digunakan efektif, efisien, dan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini setelah model desain divalidasi oleh para ahli, kelemahan pada alat akan dievaluasi dan diidentifikasi lebih detail. Kemudian, kekurangan pada model ini akan dilakukan revisi desain untuk menghasilkan model yang lebih sempurna, baik dari segi fungsi maupun efisiensi penggunaan komponen. Dengan ini dapat menghasilkan produk yang diharapkan oleh penulis dan memberikan hasil yang optimal untuk diimplementasikan.

6. Uji Coba Produk

Tahap uji coba produk merupakan fase akhir dalam proses penelitian dan pengembangan, yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh berdasarkan parameter teknis yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi aspek fungsionalitas, keandalan, keamanan, dan kualitas sesuai dengan spesifikasi rancangan awal. Aspek fungsionalitas diuji untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, bekerja sesuai dengan alur proses yang telah dirancang. Aspek keandalan difokuskan pada pengujian kestabilan dan konsistensi sistem dalam kondisi operasional yang bervariasi. Pengujian keamanan mencakup pemeriksaan terhadap potensi risiko kelistrikan dan kerusakan

komponen yang dapat membahayakan pengguna. Sementara itu, aspek kualitas dievaluasi berdasarkan kesesuaian hasil kerja sistem dengan standar teknis dan kebutuhan pengguna. Secara khusus, dilakukan pengujian terhadap pembacaan parameter listrik, yaitu tegangan, arus, dan suhu pada motor pompa. Sensor PZEM-004T digunakan untuk memonitor tegangan dan arus listrik, sedangkan sensor DS18B20 digunakan untuk mendeteksi suhu motor secara real-time. Pengujian juga mencakup fungsi aktuator, yaitu modul relay sebagai saklar elektronik untuk mengontrol ON/OFF pompa berdasarkan sinyal dari mikrokontroler dan sensor input. Selain itu, dilakukan pengujian interaksi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan platform *Blynk*, untuk memastikan sistem dapat dikendalikan dan dimonitor secara jarak jauh melalui perangkat seluler.

Sebagai bentuk validasi akhir, model sistem akan dipresentasikan kepada validator untuk memperoleh evaluasi kualitatif dan kuantitatif terhadap performa alat. Penulis akan menyiapkan lembar evaluasi khusus yang memuat indikator-indikator penilaian teknis, sehingga validator dapat memberikan umpan balik yang komprehensif, yang nantinya menjadi dasar untuk revisi atau pengembangan lebih lanjut**.**

C. Jadwal Pelaksanaan

Kegiatan penelitian dilakukan pada Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. Penelitian ini terfokus pada sistem pengelolaan air bersih. Yaitu sistem kontrol jarak jauh dan monitoring motor pompa air baku pada sistem WTP Bandara Internasional Mahmud Badaruddin II Palembang. Dalam penelitian terdapat beberapa tahapan penelitian, dapat dilihat pada tabel III. 6 sebagai berikut :

Tabel III. 6 Tahapan penelitian

No	Tahapan	Sep – Des 2024	Jan-Mar 2024	April 2024	Mei 2024	Juni 2024	Juli 2024
1	Analisis Potensi Masalah						
2	Pengumpulan data						
3	Desain Produk						
4	Validasi Desain						
5	Revisi Desain						
6	Uji Coba Produk						