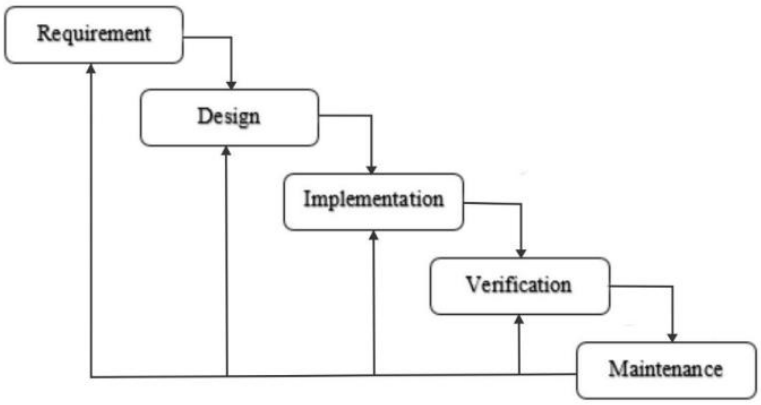
BAB III
METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Studi yang dilakukan dalam perancangan dan implementasi perangkat lunak aplikasi *Fire Foam Digital Test* (FFDT) diimplementasikan dengan menerapkan model Research and Development (Sugiyono, 2019)**.** Metode ini digunakan untuk menciptakan suatu produk serta mengevaluasi efektivitasnya. Metode penelitian dan pengembangan adalah prosedur terstruktur dalam menghasilkan temuan ilmiah baru dan merancang dan menyempurnakan produk, proses, atau layanan berbasis inovasi, khususnya dalam pengembangan aplikasi digital, metode ini memberikan ruang untuk eksplorasi komprehensif terhadap kebutuhan pengguna serta potensi pemanfaatan teknologi yang ada, serta peluang penciptaan solusi inovatif yang dapat diimplementasikan melalui aplikasi FFDT.

Selanjutnya peneliti menggunakan metode *Waterfall* yang diterapkan dalam proses pengembangan aplikasi. Pendekatan *Waterfall* ialah model perancangan dan pembuatan aplikasi yang menggunakan pendekatan berurutan dan sistematis (Wahid, 2020). Dalam metode ini, Penyelesaian tiap tahap dilakukan secara linear, di mana satu tahap harus tuntas sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya selanjutnya. Model ini biasanya diterapkan dalam pelaksanaan proyek dengan karakteristik kebutuhan yang tetap dan terdokumentasi secara rinci sejak awal. Berikut merupakan kerangka konseptual yang digunakan untuk melakukan penelitian dengan metode *waterfall* adalah sebagai berikut (Sinlae et al., 2024) .



Gambar III.1 Kerangka Konseptual Metode *Waterfall* Sumber: Wahid, 2020)

Terdapat 5 tahapan dalam metode *Waterfall*:

1. ***Requirement*** **(Kebutuhan)**

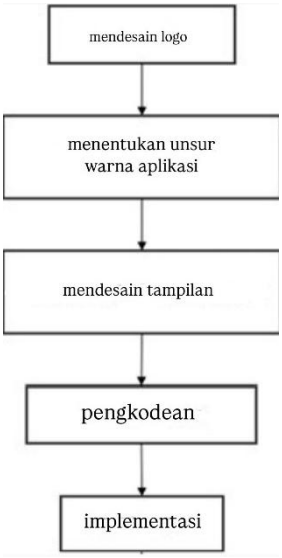
   Tahap awal dalam pendekatan model *Waterfall* yaitu pengumpulan dan analisa kebutuhan sistem. Dan pada langkah ini, peneliti memahami tujuan utama perangkat lunak yang akan dikembangkan. Semua spesifikasi teknis dan fungsional yang dibutuhkan harus dikumpulkan secara menyeluruh agar sistem dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Informasi yang diperoleh kemudian didokumentasikan dengan jelas dalam dokumen spesifikasi kebutuhan, yang nantinya menjadi dasar dalam tahap perancangan.

   Dokumentasi yang lengkap sangat penting untuk menghindari kesalahan atau kekurangan yang dapat berdampak pada tahap selanjutnya. Kebutuhan akan aplikasi FFDT ini mulai diidentifikasi saat penulis melakukan Program pembelajaran berbasis pengalaman di lingkungan operasional Bandara I Gusti Ngurah Rai. Melalui proses pengamatan langsung yang telah dilakukan penulis menyimpulkan bahwa dibutuhkan sebuah aplikasi atau alat yang dapat membantu personil PKP-PK dalam melakukan perhitungan uji mutu *foam* dengan cepat.

2. ***Design*** **(Perancangan)**

   Setelah kebutuhan sistem ditentukan, tahap berikutnya adalah merancang struktur dan arsitektur perangkat lunak. Desain ini mencakup berbagai

aspek, seperti struktur data, algoritma, antarmuka pengguna (UI/UX), serta penggambaran keseluruhan sistem. Fokus utama dari fase ini adalah menghasilkan pengetahuan yang mendalam tentang jelas mengenai cara sistem akan dikembangkan. Perancangan yang baik akan membantu memastikan implementasi berjalan lebih efisien dan meminimalkan kesalahan teknis yang mungkin terjadi di tahap selanjutnya. Pada tahap ini peneliti melakukan perancangan dimulai dari konsep aplikasi, desain tampilan aplikasi, hingga isi dari aplikasi. Pada saat tahap ini peneliti melakukan pemilihan warna untuk desain aplikasi FFDT, membuat logo aplikasi FFDT, membuat desain tampilan masing-masing slide melalui platform *kodular* berikut *flowchart* tahapan desain dari aplikasi FFDT:



Gambar III. 2 *Flowchart* Tahap Desain

Flowchart tersebut menjelaskan langkah-langkah dalam proses pengembangan aplikasi FFDT yang dibuat sebagai solusi digital untuk membantu pengujian mutu *foam* konsentrat di lingkungan operasional Bandara I Gusti Ngurah Rai, Bali. Proses ini dimulai yaitu pembuatan logo untuk menjadi simbol atau identitas visual aplikasi, agar terlihat profesional dan mudah dikenali oleh para pengguna, khususnya mereka yang bekerja di lapangan. Setelah itu, tim pengembang memilih kombinasi warna aplikasi yang mencerminkan aspek keselamatan dan kepercayaan, sekaligus

memberikan kenyamanan saat digunakan di berbagai situasi kerja. Tahap selanjutnya adalah merancang tampilan atau antarmuka aplikasi (UI) yang mudah digunakan dan responsif, supaya mempermudah teknisi dan petugas dalam memasukkan data, melihat hasil pengujian, serta membuat laporan secara digital. Setelah desainnya rampung, pengembang mulai menulis kode (pengkodean) untuk merealisasikan semua fungsi dalam aplikasi. Langkah terakhir adalah implementasi di lapangan, di mana aplikasi mulai digunakan secara langsung untuk mendukung proses pengujian *foam* dengan cara yang lebih meminimalisir *humar eror*, kesalahan dalam menghitung manual, kurangnya akurasi perhitungan dan tentunya membantu meningkatkan standar keselamatan kebakaran di lingkungan bandara.

3. ***Implementation*** **(Implementasi/Pengkodean)**

   Tahap implementasi adalah tahap di mana kode program mulai ditulis berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Peneliti menerjemahkan desain menjadi kode menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Kode yang dihasilkan harus mengikuti standar pemrograman yang baik agar mudah dipelihara dan dikembangkan di masa depan. Pada tahap ini, setiap komponen sistem diimplementasikan secara bertahap sesuai dengan modul yang telah dirancang sebelumnya. Proses implementasi dilanjutkan dengan mengolah desain tampilan awal aplikasi FFDT menjadi aplikasi yang siap digunakan untuk *user*.

4. ***Verification*** **(Verifikasi/Pengujian)**

   Setelah proses implementasi selesai, sistem harus menjalani tahap pengujian untuk memastikan perangkat lunak Berjalan secara optimal serta memenuhi spesifikasi yang telah dirumuskan sebelumnya. Proses pengujian dilakukan dalam berbagai bentuk, seperti tes setiap modul (unit testing), kemudian dilakukan pengujian integrasi (*integration testing*), kemudian uji sistem (*system testing*), dan uji penerimaan pengguna (*user acceptance testing*). Karena salah satu aspek penting dalam keselamatan penerbangan

adalah sistem pemadam kebakaran yang ditangani oleh unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK).

Unit PKP-PK memiliki tanggung jawab besar dalam menangani insiden kebakaran di area bandar udara (Ardiansyah & Albanna, 2022). Dalam upaya pemadaman kebakaran, terdapat alat utama yang memiliki fungsi vital, yaitu *foam* konsentrat, yang berfungsi untuk memadamkan api yang berasal dari bahan bakar pesawat. Sehingga *foam* ini harus memenuhi standar kualitas tertentu agar dapat berfungsi secara optimal dalam situasi darurat (Bimantara et.al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan sistem pengujian mutu *foam* yang efektif dan efisien guna memastikan keandalannya.

Pada tahap ini nantinya aplikasi FFDT akan diuji menggunakan teknik dengan menggunakan metode angket, yang dinilai efisien dalam mengumpulkan hasil pengukuran yang bersifat kuantitatif dari responden pakar media dan pakar materi. Instrumen angket berisi item-item pertanyaan yang dirancang guna mengukur persepsi atau penilaian responden terhadap media atau sistem yang dikembangkan. Dalam penelitian ini, angket digunakan untuk mengevaluasi kelayakan aplikasi FFDT oleh para ahli dan personel dari unit PKP-PK. Skala penilaian yang digunakan adalah Skala Likert lima tingkat, dengan rentang skor dari 1 hingga 5, yang mencerminkan tingkat kelayakan dimulai dari tingkat kelayakan paling rendah hingga paling tinggi.

Penggunaan Skala Likert memungkinkan peneliti untuk menangkap variasi tanggapan secara lebih rinci, baik dari pertanyaan yang bersifat positif maupun negatif. Pertanyaan positif dinilai dari skor tertinggi (5) hingga terendah (1), sedangkan pertanyaan negatif dibalik skornya, dari 1 ke 5. Data data yang dihimpun melalui angket ini akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung tingkat kelayakan aplikasi berdasarkan persentase total skor dibandingkan dengan skor maksimum yang mungkin diperoleh. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat memperoleh gambaran kuantitatif mengenai efektivitas dan kepraktisan aplikasi FFDT yang dikembangkan,

sekaligus menilai sejauh mana aplikasi memenuhi standar kelayakan yang telah ditetapkan.

5. ***Maintenance*** **(Pemeliharaan)**

   Langkah akhir dalam pendekatan *Waterfall* mencakup aktivitas pemeliharaan serta penyempurnaan *system* setelah perangkat lunak diimplementasikan dan mulai digunakan oleh pengguna. Pemeliharaan mencakup pembaruan sistem, perbaikan *bug* yang ditemukan setelah peluncuran, serta peningkatan fitur sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini sangat penting karena perangkat lunak harus tetap optimal dalam jangka panjang dan mampu menyesuaikan diri dengan perubahan teknologi maupun kebutuhan bisnis yang berkembang.

   Setelah implementasi, FFDT akan terus dipelihara untuk memastikan keandalannya. Pemeliharaan mencakup pembaruan sistem untuk menyesuaikan standar keselamatan terbaru, perbaikan *bug* dalam pengolahan data, serta optimalisasi perangkat lunak agar lebih efisien dalam membaca hasil pengujian. Selain itu, pemeliharaan juga mencakup penyesuaian terhadap sensor baru atau peningkatan fitur berdasarkan umpan balik dari tim PKP-PK.

B. Komponen Alat

Aplikasi FFDT ini dikembangkan dan diuji menggunakan laptop produksi *Acer Aspire* lima dengan ditenagai oleh *Intel Core i3* dan didukung kapasitas RAM 8 GB, dan layar 1366 x 768 yang menjalankan *Windows* 11. Selain itu, pengujian pada perangkat *mobile* dilakukan menggunakan *smartphone Oppo F7* dengan sistem operasi *Android* untuk memastikan aplikasi responsif dan kompatibel dengan berbagai ukuran layar. Dengan perangkat ini, pengujian dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan aplikasi berjalan lancar dan akurat.

C. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data

Pada pelaksanaan studi ini memerlukan informasi yang dikumpulkan melalui penggunaan angket kerap dipilih karena dianggap efisien. Teknik ini menghasilkan data kuantitatif dan menggunakan angket sebagai alat utama. Instrumen angket berfungsi sebagai sarana yang terdiri dari sejumlah butir-butir pernyataan yang diisi oleh responden (Yudiansyah, 2023). Dalam konteks ini, angket diterapkan guna meninjau tingkat kelayakan media yang telah dikembangkan. Instrumen angket dengan penerapan Skala Likert, yang terdiri dari rentang nilai 1 hingga 5 yang mencerminkan tingkat kelayakan dari sangat layak hingga kurang layak. Dalam penggunaan skala Likert, dikenal dua tipe pertanyaan, yakni pernyataan positif dan pernyataan negatif. Pernyataan positif digunakan untuk mengukur kecenderungan sikap yang mendukung, dengan penilaian dari skor 5 (sangat setuju) hingga 1 (sangat tidak setuju). Sebaliknya, pada pernyataan negatif, sistem penilaian dibalik, yaitu dari skor 1 hingga 5, guna menghindari bias dan memastikan konsistensi dalam interpretasi respon (Teknik Informatika et al., 2019).

2. Teknik Analisis Data Teknik

Tahapan ini dilakukan sesudah data responden terkumpul secara menyeluruh. Tujuan dari tahap ini bertujuan untuk menarik kesimpulan yang tepat serta mampu dipertanggungjawabkan, serta guna mengevaluasi keabsahan aplikasi yang dikembangkan. Berikut ini adalah metode pengolahan data yang diterapkan pada penelitian ini:

a. Angket Analisis Validitas

   Pengkaji menyusun formulir validasi yang memuat sejumlah tanggapan. Lembar ini selanjutnya diisi oleh pakar yang memilih Jenis klasifikasi yang telah disiapkan, menggunakan Skala Likert lima tingkat. Penggunaan lima tingkat penilaian ini dinilai lebih efektif karena mampu menangkap variasi tanggapan responden secara lebih rinci, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui adanya

perbedaan pandangan secara maksimal. Adapun daftar tingkatan penilaiannya seperti yang tercantum di bawah ini:

Tabel III. 1 Klasifikasi Berdasarkan Rata Skor Ahli Media

No	Jumlah Skor Jawaban	Klasifikasi Validasi
1	> 4,2 – 5,0	Sangat Baik (SB)
2	> 3,2 – 4,2	Baik (B)
3	> 2,6 – 3,4	Kurang Baik (KB)
4	> 1,8 – 2,6	Tidak Baik (TB)
5	1,0 – 1,8	Sangat Tidak Baik (STB)

Data yang diperoleh melalui instrumen validasi aplikasi FFDT rencana akan dievaluasi dengan menerapkan rumus yang diterapkan guna menganalisis hasil yang diperoleh pakar media dan pakar materi:

$$p = \frac{f}{N} x\ 100\%$$

Penjelasan:

P = Nilai persentase dari hasil angket

f = Jumlah keseluruhan skor aktual yang diperoleh responden

N= Skor tertinggi yang dapat diperoleh (maksimal)

Langkah berikutnya, proporsi ini diperoleh dan akan diinterpretasikan ke dalam kategori sesuai dengan tabel yang disajikan di bawah ini:

Tabel III. 2 Kriteria Kelayakan Penskoran *(Herowati & Azizah, 2019)*.

Persentase (P)	Kriteria
81 ≤ P ≤ 100%	Sangat Layak
61 ≤ P < 80%	Layak
41 ≤ P < 60%	Cukup Layak
21 ≤ P < 40%	Tidak Layak

0 ≤ P < 20%	Sangat Tidak Layak

Aplikasi FFDT dikatakan tidak memenuhi syarat secara teoritis jika persentase kelayakan kurang dari atau sama dengan ≤ 41%

b. Pendekatan yang digunakan untuk menilai efektivitas aplikasi FFDT

Dengan pendekatan instrumen angket berupa masukan dan penilaian, evaluasi dilakukan dengan menyusun angket yang memuat sejumlah pertanyaan. Angket ini dilengkapi oleh personel dari Tim A, B, C, dan D dalam unit PKP-PK bandara. Masing-masing personel memberikan jawaban dengan mencentang klasifikasi yang sudah tersedia oleh peneliti, menggunakan pendekatan Skala Likert berskala lima tingkat pengukuran sebagai berikut:

Tabel III. 3 Ukuran Penilaian Skala Likert (Widad Faizah, 2018)

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Layak (SL)	5
Layak (L)	4
Kurang Layak (KL)	3
Tidak Layak (TL)	2
Sangat Tidak Layak (STL)	1

Data yang diperoleh dari angket respon validator akan dihitung dengan rumus perhitungan dibawah init:

$$p = \frac{f}{N} x\ 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase hasil penilaian dari angket

f = Total skor aktual yang diperoleh dari hasil pengisian angket

N= Skor maksimal yang mungkin dicapai berdasarkan jumlah indikator dan responden

Bertujuan menarik hasil akhir mengenai bentuk tanggapan anggota tim terhadap PKP-PK, presentase yang diperoleh dapat diklasifikasikan

sesuai dengan kriteria interpretasi skor yang merujuk pada skala likert. Adapun rincian kriteria interpretasi nilai yang ditentukan melalui skala tertentu tersebut dijabarkan antara lain:

Tabel III. 4 Kriteria Interpresentasi Kelayakan

Persentase (P)	Kriteria
$81 \leq P \leq 100\%$	Sangat Layak
$61 \leq P < 80\%$	Layak
$41 \leq P < 60\%$	Cukup Layak
$21 \leq P < 40\%$	Tidak Layak
$0 \leq P < 20\%$	Sangat Tidak Layak

Aplikasi FFDT dapat dikatakan layak apabila persentase kelayakan adalah $\geq 41\%$.

D. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil tempat di *Fire Station* 1&2 di Bandara I Gustri Ngurah Rai-Bali berdomisili di kawasan Desa Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Bali, dengan estimasi jarak sekitar 12 Kilometer dari pusat Kota Denpasar. Peneliti memilih lokasi ini yang diperuntukkan obyek penelitian ini dikarenakan pada bulan September 2024 – Januari 2025 penulis melaksanakan kegiatan *On Job Training* di Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali Hal ini memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai situasi dan kondisi yang berlangsung di bandara tersebut. Oleh karena itu, lokasi ini dipilih sebagai tempat pelaksanaan penelitian dalam rangka penyusunan tugas akhir.

2. Waktu Penelitian

Studi ini dilakukan ketika penulis menjalani program OJT, yang berlangsung dari bulan September 2024 sampai dengan Januari 2025.

Tabel III. 5 Waktu Kegiatan Penelitian

Uraian	September-November 2024	Desember 2024	Januari 2025	Maret 2025
Penggalian Data Awal	■			
Formulasi Rancangan Awal		■		
Verifikasi Desain Awal			■	
Proposal Tugas Akhir				■