

BAB 3

PELAKSANAAN KERJA MAGANG

Pengembangan *website virtual tour* untuk Dinas Komunikasi dan Informatika (Diskominfo) Kabupaten Tangerang merupakan sebuah langkah inovatif dalam memanfaatkan teknologi web guna menghadirkan pengalaman interaktif kepada masyarakat. Platform ini dirancang untuk memungkinkan pengunjung menjelajahi fasilitas dan lingkungan instansi secara virtual melalui tampilan panorama 360 derajat yang kaya akan elemen multimedia, seperti gambar dan video yang saling terintegrasi dalam alur tur digital.

Proyek ini dibangun menggunakan kombinasi teknologi web standar, yaitu HTML sebagai kerangka struktur konten, CSS untuk mengatur tata letak dan tampilan visual, serta JavaScript dalam menambahkan elemen interaktif pada halaman. Pada fase awal, proses pengembangan dilakukan dengan memanfaatkan *software* bernama Panoee untuk membuat konten *virtual tour* yang kemudian diembed ke dalam *website*. Namun, karena kebutuhan proyek berkembang, khususnya dalam hal kendali penuh atas fungsi dan interaksi pengguna, pendekatan ini kemudian diganti. Solusi baru yang diimplementasikan adalah penggunaan *library* Pannellum, yang berbasis JavaScript. Pergeseran ini memberikan keleluasaan lebih besar dalam konfigurasi, memungkinkan penyesuaian lebih rinci, serta mengurangi ketergantungan pada platform pihak ketiga. Pannellum dipilih karena kemampuannya dalam menampilkan panorama *spherical* dan *cylindrical* secara optimal, serta fitur dukungan terhadap *hotspot* untuk kebutuhan navigasi dan interaksi pengguna.

Selain fitur utama berupa *virtual tour*, *website* ini juga dibekali dengan sejumlah fitur tambahan guna meningkatkan kenyamanan pengguna. Salah satunya adalah pemutar *background music* yang dapat diaktifkan berdasarkan persetujuan pengguna, menambahkan elemen audio yang memperkaya pengalaman interaktif. Untuk mendukung navigasi yang lebih efisien, terutama pada halaman dengan konten panjang, disediakan fitur *scroll to top* yang memungkinkan pengguna kembali ke bagian atas halaman secara instan tanpa harus menggulir secara manual. Fitur ini sangat mendukung aspek *usability*, khususnya ketika diakses melalui perangkat seluler. Tak hanya itu, terdapat pula halaman profil yang memuat informasi ringkas mengenai Diskominfo Kabupaten Tangerang, yang berfungsi memberikan konteks kelembagaan dan mengaitkan pengalaman virtual dengan

instansi nyata yang diwakilinya.

3.1 Kedudukan dan Koordinasi

Selama menjalani masa magang di Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Tangerang, dilakukan pada posisi *Intern Front-End Web Developer* di bawah Divisi Bidang Pengelolaan Aplikasi Informatika. Proyek yang dikerjakan berada dalam koordinasi langsung dengan Bapak Budi Kurniawan, selaku Penata Kelola Sistem dan Teknologi Informasi. Komunikasi antar anggota tim dilakukan melalui dua metode utama, yaitu secara langsung melalui pertemuan tatap muka dan secara daring menggunakan aplikasi WhatsApp, yang digunakan untuk mendiskusikan berbagai aspek teknis maupun non-teknis terkait proyek. Proses distribusi tugas dibahas secara langsung melalui diskusi internal tim.

Menempati posisi sebagai *Intern Front-End Web Developer* memberikan kesempatan untuk berperan aktif dalam kegiatan pengembangan aplikasi informatika di lingkungan instansi pemerintah daerah. Kolaborasi yang dibangun, baik melalui interaksi langsung maupun dengan dukungan teknologi komunikasi, memfasilitasi proses kerja yang efisien dan terkoordinasi. Di bawah arahan Bapak Budi Kurniawan, setiap anggota tim diberikan tanggung jawab berdasarkan kebutuhan proyek dan memperoleh pengalaman praktis dalam pengembangan web yang relevan dengan sistem pemerintahan.

3.2 Tugas yang Dilakukan

Selama menjalankan program magang di Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Tangerang, diperoleh tanggung jawab utama dalam merancang dan membangun sebuah sistem berbasis web berupa *Virtual Tour Interaktif* yang dilengkapi berbagai fitur pelengkap. Fitur-fitur ini meliputi integrasi dengan asisten virtual, pengaturan audio, serta penyajian informasi institusi dalam tampilan yang menarik dan interaktif. Proyek dikembangkan secara bertahap, dimulai dari desain antarmuka pengguna (*User Interface/UI*), implementasi *virtual tour 360°*, integrasi teknologi asisten berbasis *Artificial Intelligence (AI)*, hingga penulisan logika interaktif pada *website* yang mendukung fungsi-fungsi tersebut.

Setiap tahapan yang dikerjakan memberikan pengalaman langsung yang signifikan dan memperkaya pemahaman dalam pengembangan web secara menyeluruh. Pembelajaran yang diperoleh mencakup aspek teknis pemrograman

hingga penerapan prinsip desain antarmuka yang responsif serta ramah pengguna.

3.2.1 Perancangan Front-End

Tahapan awal dalam pengembangan proyek ini difokuskan pada pembuatan antarmuka pengguna (*User Interface*) yang dirancang secara manual menggunakan teknologi dasar web, yakni HTML, CSS, dan JavaScript. Dalam pengerjaannya, proyek ini tidak memanfaatkan *framework frontend* modern seperti React atau Vue, melainkan seluruh komponen dikembangkan menggunakan struktur HTML statis, sementara aspek interaktivitas ditangani sepenuhnya dengan vanilla JavaScript. Fokus utama pada tahap ini adalah merancang tampilan *website* yang mudah digunakan, adaptif terhadap berbagai perangkat, serta selaras dengan identitas visual dari instansi pemerintahan terkait.



Gambar 3.1. Halaman *home website* Area Kerja Dinas Komunikasi dan Informatika

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.2. Bagian *contact website* Area Kerja Dinas Komunikasi dan Informatika

Perancangan antarmuka meliputi dua halaman utama, yaitu halaman *Home* dan halaman *Profile*. Pada halaman *Home*, antarmuka dikembangkan untuk menampilkan panorama *virtual 360°* dari berbagai ruangan yang berada di lingkungan Dinas Komunikasi dan Informatika. Beberapa elemen pendukung ditambahkan guna meningkatkan pengalaman pengguna, seperti tombol navigasi, tombol untuk mengaktifkan *VR mode*, serta kontrol pemutaran musik latar. Sementara itu, halaman *Profile* menyajikan informasi kelembagaan dalam bentuk tampilan *card*, lengkap dengan *modal* interaktif yang memuat isi berupa visi, misi, strategi, dan kebijakan instansi. Desain visual pada keseluruhan halaman menggunakan dominasi warna biru tua (#0c3774) sebagai warna utama institusi, dikombinasikan dengan aksen emas (#ffc107) yang muncul saat elemen di-*hover*, untuk menciptakan kesan modern dan profesional.



Gambar 3.3. Halaman *profile website* Area Kerja Dinas Komunikasi dan Informatika

Animasi ringan berbasis CSS turut diterapkan sebagai umpan balik visual pada komponen seperti tombol, ikon, serta transisi antar bagian halaman.

Untuk kebutuhan ikon dan elemen grafis tambahan, proyek ini memanfaatkan pustaka *FontAwesome*. Tahapan pengembangan dilakukan secara bertahap dan disertai dengan pengujian pada berbagai perangkat dan *browser*, guna menjamin keseragaman tampilan serta kestabilan fungsi antarmuka di berbagai lingkungan pengguna.

3.2.2 Pembuatan Virtual Tour

Pengembangan fitur *Virtual Tour* menjadi fokus utama dalam proyek ini. Visualisasi panorama 360° dari berbagai ruangan di lingkungan kantor Diskominfo direalisasikan menggunakan *library Pannellum*. Dengan pendekatan berbasis JavaScript, beberapa *virtual scene* berhasil dibuat, mencakup area seperti lobi utama, ruang tunggu, koridor Aptika, ruang kepala bidang, dan ruang lainnya. Masing-masing *scene* dilengkapi dengan *hotspot* navigasi yang memungkinkan pengguna untuk berpindah antar lokasi secara interaktif hanya melalui satu kali klik.

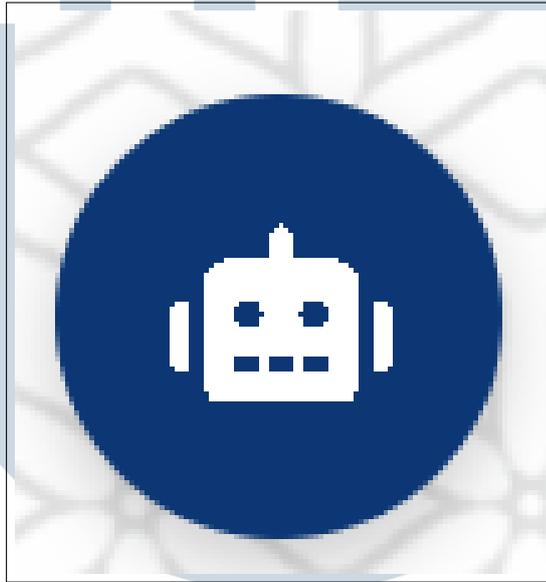
Untuk meningkatkan pengalaman eksplorasi, turut ditambahkan *hotspot* informatif yang menyajikan elemen multimedia seperti gambar (contohnya berisi motto dan maklumat pelayanan) serta dapat diputar video instansi. Di samping itu, fitur *VR Mode* juga telah diintegrasikan menggunakan *framework A-Frame*, namun implementasinya saat ini masih ditangguhkan karena keterbatasan perangkat VR di lingkungan kantor yang menghambat proses pengujian langsung.

3.2.3 Pembuatan Virtual Assistant

Salah satu fitur inti dalam proyek ini adalah integrasi *Luna Virtual Assistant*, yaitu sebuah asisten virtual berbasis web yang mampu menerima *input* dari pengguna dalam bentuk teks maupun suara, serta memberikan tanggapan dalam format teks dan suara secara langsung. Sistem asisten ini dibangun dengan pendekatan arsitektur *client-server*, di mana sisi *backend* dikembangkan menggunakan *Flask* (Python) dan sisi *frontend* diimplementasikan dengan JavaScript murni tanpa *framework* tambahan.

Pada bagian *backend*, disediakan dua *endpoint* utama yakni `/api/chat` untuk menangani komunikasi berbasis teks, dan `/api/speech-to-text` untuk mengonversi suara menjadi teks menggunakan layanan Google Speech Recognition. Ketika pengguna mengirimkan *input* dari antarmuka web, permintaan tersebut diproses

oleh fungsi `get_chat_response()` yang bertugas menghasilkan balasan teks yang sesuai. Balasan ini kemudian diubah menjadi format audio melalui Google Text-to-Speech (gTTS), lalu dikodekan ke dalam format Base64 agar dapat langsung diputar di *browser* tanpa perlu mengunduh file.

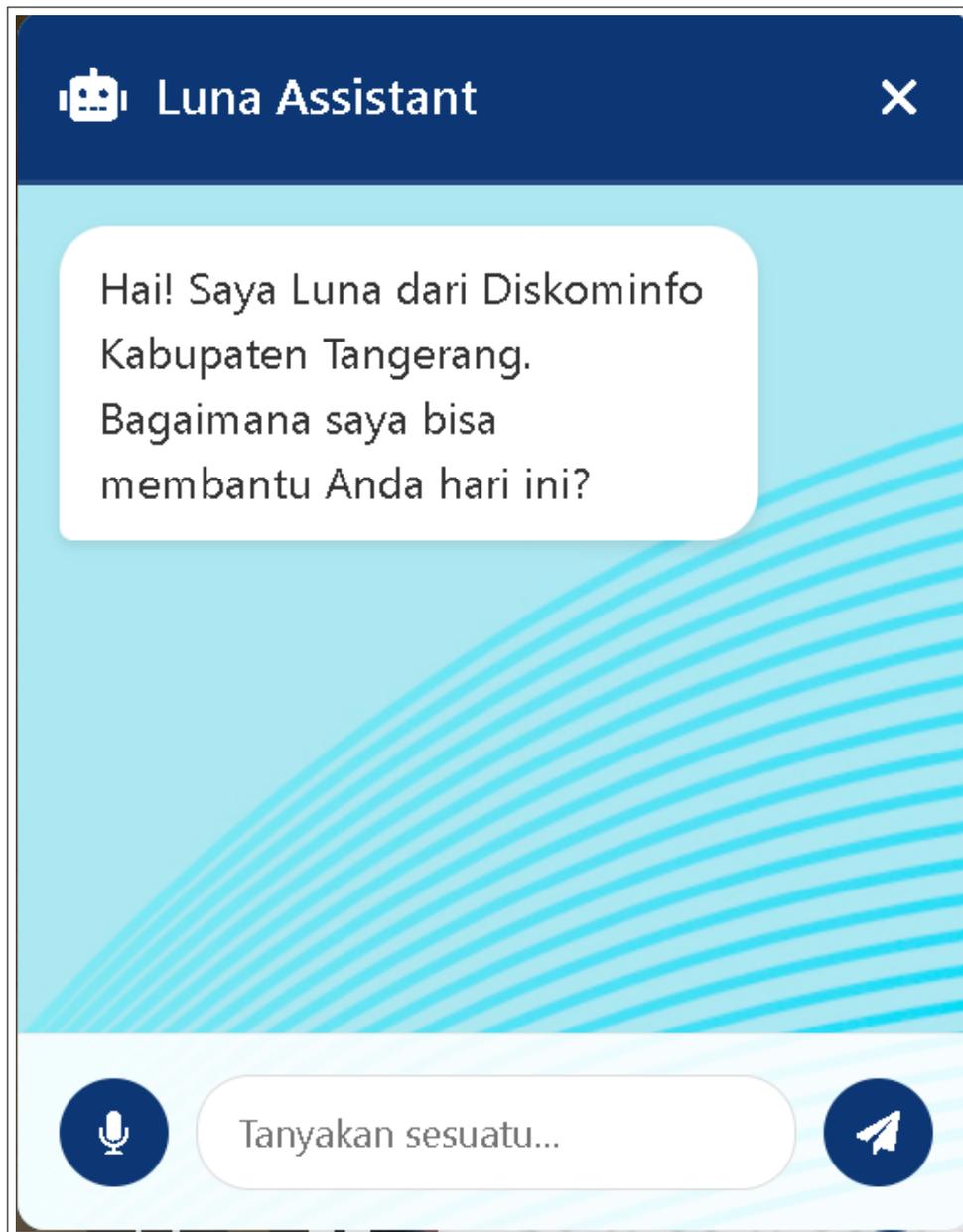


Gambar 3.4. Tombol *virtual assistant*

Pada sisi *frontend*, antarmuka *chatbot* dibangun melalui berkas `luna-assistant.js`, yang secara dinamis membuat berbagai elemen UI seperti jendela percakapan, tombol aktivasi *voice input*, tombol kirim pesan, serta area tampilan untuk interaksi. Pengguna dapat mengajukan pertanyaan baik dengan mengetik secara langsung maupun menggunakan suara melalui fitur `webkitSpeechRecognition`. Respons dari *AI* ditampilkan dalam bentuk *chat bubble* dan secara otomatis diputar menggunakan elemen `<audio>`. Untuk meningkatkan kenyamanan dalam berinteraksi, sistem juga menampilkan indikator "typing..." saat respons sedang diproses dan menyesuaikan ikon mikrofon ketika sedang merekam suara. Seluruh komponen tersebut dirancang untuk menciptakan pengalaman interaksi yang intuitif dan menyerupai percakapan alami dengan asisten virtual.

Dalam sistem Luna *Virtual Assistant* yang dikembangkan dalam proyek ini, diterapkan dua pendekatan utama dalam merespons pertanyaan pengguna, yaitu metode pencocokan berbasis kata kunci (*rule-based*) dan pendekatan berbasis kecerdasan buatan (*generative-based*). Metode *rule-based* bekerja dengan mencocokkan masukan pengguna terhadap kumpulan *keyword* yang telah didefinisikan pada sisi *backend*. Secara keseluruhan, sistem mengenali 20 kategori percakapan yang mencakup berbagai jenis pertanyaan seperti sapaan, informasi waktu dan tanggal, struktur organisasi, ungkapan sosial, hingga humor. Untuk memperluas jangkauan variasi pertanyaan, sistem menggunakan total 46 kata atau frasa kunci yang mewakili tiap kategori. Sebagai ilustrasi, kategori sapaan mencakup kata seperti “halo”, “hai”, “hei”, dan “hello”, sedangkan untuk topik jabatan mencakup frasa seperti “kepala dinas”, “sekretaris diskominfo”, dan “kepala bidang statistik”. Jika ditemukan kecocokan antara *input* pengguna dan kata kunci yang tersedia, sistem akan mengembalikan jawaban yang telah disusun sebelumnya.





Gambar 3.5. Bagian percakapan *virtual assistant*

Apabila *input* yang diberikan oleh pengguna tidak sesuai dengan daftar *keyword* yang telah ditentukan sebelumnya, maka sistem secara otomatis akan meneruskan pertanyaan tersebut ke *Large Language Model (LLaMA 3)* melalui *API* eksternal yang disediakan oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Tangerang. Mekanisme ini memungkinkan asisten virtual untuk menangani pertanyaan yang bersifat kompleks, tidak terstruktur, maupun bersifat bebas, sehingga pengalaman interaksi tetap terasa alami dan adaptif. Pendekatan hibrida

ini menggabungkan kecepatan respon untuk pertanyaan umum yang telah dikenali dengan fleksibilitas tinggi dalam menjawab pertanyaan yang belum tercakup dalam basis aturan sistem.

3.2.4 Logika dan Interaktivitas Proyek

Di balik tampilan interaktif dari fitur *virtual tour*, terdapat logika kompleks yang dirancang untuk memastikan pengalaman pengguna berjalan secara mulus dan responsif. Sistem ini dibangun menggunakan pustaka Pannellum, yang memungkinkan penampilan panorama 360 derajat berbasis WebGL. Transisi antar *scene* dikendalikan melalui pemanggilan fungsi `viewer.loadScene()`, yang bertugas memuat konfigurasi panorama baru sesuai dengan identitas *scene* tujuan. Setiap *scene* memiliki parameter seperti sumber gambar (*panorama*), posisi awal pandangan, serta daftar *hotspot* yang ditampilkan.

Ketika pengguna berinteraksi dengan *hotspot*, sistem akan memicu perpindahan ke *scene* terkait, sekaligus memperbarui elemen DOM untuk menyesuaikan konten multimedia seperti gambar atau video yang terasosiasi dengan lokasi tersebut. Dengan pendekatan ini, setiap ruang dalam tur virtual dapat dinavigasi secara intuitif hanya melalui satu klik, sambil mempertahankan performa yang ringan dan fleksibel untuk berbagai perangkat.



Gambar 3.6. Tombol *background music*

Selain itu, sistem menyediakan pengaturan kontrol audio latar yang bersifat personal dan menyesuaikan preferensi pengguna. Pada saat kunjungan pertama,

pengguna akan diberikan opsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan musik latar, dan preferensi ini disimpan secara lokal menggunakan `sessionStorage`. Pendekatan ini dirancang agar tidak mengganggu, sekaligus memberikan kebebasan kepada pengguna dalam memilih pengalaman yang mereka inginkan. Tombol pengendali audio ditempatkan di bagian kiri bawah layar dan akan menyesuaikan ikon secara otomatis berdasarkan status pemutaran (*play* atau *pause*).

Pada bagian *chatbot*, logika interaksi mencakup penanganan kesalahan (*error handling*) pada penggunaan `fetch` API, validasi terhadap input kosong, serta mekanisme fallback jika koneksi dengan API terganggu. Penggunaan fungsi-fungsi modular dalam `luna-assistant.js` menjadikan struktur kode lebih terorganisir dan mudah untuk dikembangkan lebih lanjut. Seluruh skenario interaksi diuji melalui simulasi guna memastikan sistem tidak hanya berjalan stabil, tetapi juga mampu memberikan pengalaman percakapan yang cerdas, adaptif, dan menyenangkan bagi pengguna.

3.3 Uraian Pelaksanaan Magang

Berikut adalah uraian semua kegiatan selama lima bulan yang dilakukan dalam pelaksanaan Magang di Dinas Komunikasi dan Informatika.

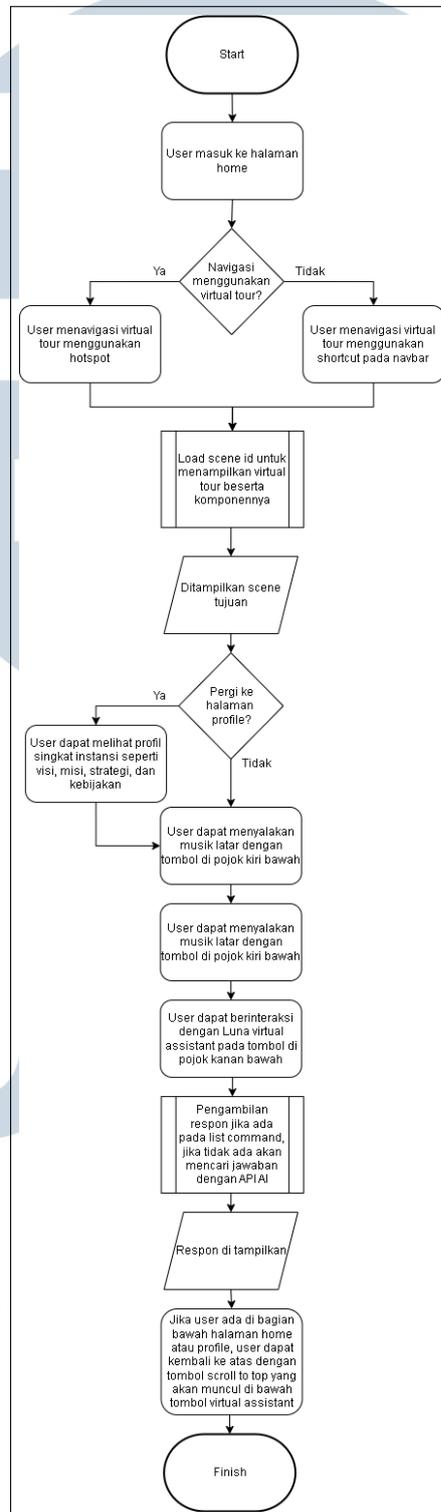
Pelaksanaan kerja magang diuraikan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pekerjaan yang dilakukan tiap minggu selama pelaksanaan kerja magang

Minggu Ke - XX	Pekerjaan yang dilakukan
1	Orientasi magang, pengenalan struktur organisasi dan alur kerja Diskominfo Kabupaten Tangerang. Memahami tujuan proyek dan ruang lingkup pengembangan website virtual tour.
2	Riset kebutuhan pengguna dan konten yang akan ditampilkan. Penyusunan struktur halaman awal (home dan profile) dengan HTML dan CSS.
3	Membangun struktur awal halaman Home dan Profile menggunakan HTML dan CSS tanpa perancangan <i>UI/UX</i> formal. Proses desain dilakukan secara langsung di kode (<i>design by implementation</i>) dan mengalami banyak penyesuaian selama tahap pengembangan. Tampilan difokuskan untuk perangkat <i>desktop</i> tanpa mempertimbangkan responsivitas pada <i>mobile</i> .

Minggu Ke - XX	Pekerjaan yang dilakukan
4	Penambahan elemen navigasi dan modal interaktif pada halaman <i>profile</i> . <i>Styling</i> tombol, teks, dan icon sesuai warna identitas institusi.
5	Integrasi Pannellum untuk <i>virtual tour</i> awal. Pembuatan scene pertama dan penambahan <i>hotspot</i> navigasi antar ruangan.
6	Penambahan lebih banyak <i>scene</i> panorama (lobby, ruang tunggu, lorong aptika). Pengaturan koordinat <i>pitch-yaw</i> untuk <i>hotspot</i> .
7	Penerapan <i>hotspot</i> informatif seperti gambar motto dan video profil ke dalam <i>scene virtual tour</i> .
8	Implementasi fitur <i>VR Mode</i> menggunakan A-Frame dan pengaturan scene A-Frame agar selaras dengan Pannellum.
9	Integrasi <i>background music</i> . Pembuatan <i>logic toggle play/pause</i> musik berdasarkan preferensi pengguna dengan <i>sessionStorage</i> .
10	Pengembangan Luna <i>Virtual Assistant</i> : desain UI chatbot, tombol kirim dan voice input dengan <i>webkitSpeechRecognition</i> .
11	Pembuatan <i>backend</i> Flask untuk <i>endpoint</i> /api/chat dan /api/speech-to-text. Uji coba komunikasi <i>client-server</i> .
12	Konversi respons teks ke suara dengan gTTS. Pemutaran otomatis hasil audio di <i>frontend</i> .
13	Pengujian dan <i>debugging chatbot</i> , pengaturan fallback dan error <i>handling</i> saat API gagal merespons.
14	Penyempurnaan animasi dan interaktivitas: indikator mengetik, perubahan ikon, optimasi tampilan <i>mobile chatbot</i> .
15	Penambahan <i>scene virtual tour</i> baru: lorong belakang, ruang <i>server</i> , ruang kerja staf.
16	Pengaturan koordinat dan pembuatan <i>hotspot</i> navigasi dan informatif untuk <i>scene</i> tambahan.
17	Implementasi efek animasi atau ikon .gif untuk <i>hotspot</i> yang bersifat interaktif. Integrasi dengan <i>scene</i> tujuan.
18	Finalisasi <i>scene</i> tambahan, validasi struktur <i>scene</i> .

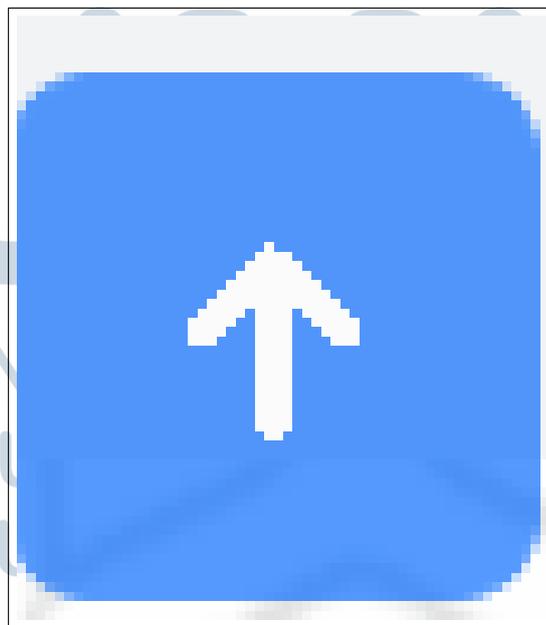
3.4 Flowchart dan Alur Website



Gambar 3.7. Flowchart website Area Kerja Dinas Komunikasi dan Informatika

Pada tahap awal interaksi, pengguna diarahkan ke halaman *home* dari *website* interaktif yang telah dikembangkan. Dari halaman ini, tersedia dua jalur utama yang dapat dipilih: tetap menjelajahi halaman *home* atau beralih ke halaman *profile*. Jika pengguna memilih untuk berpindah ke halaman *profile*, mereka akan mendapatkan akses ke berbagai informasi kelembagaan, termasuk nama dan jabatan Kepala Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Tangerang, serta uraian lengkap mengenai visi, misi, strategi, dan kebijakan yang dijalankan oleh instansi tersebut. Halaman ini juga menyediakan fitur *virtual assistant* yang memungkinkan pengguna melakukan interaksi melalui teks atau suara, serta mengakses sejumlah dokumen pendukung yang relevan untuk memperluas pemahaman tentang institusi.

Di sisi lain, apabila pengguna memilih untuk tetap berada di halaman *home*, mereka dapat langsung menikmati fitur utama berupa *virtual tour 360°*, yang memungkinkan navigasi antar ruangan secara interaktif melalui antarmuka berbasis panorama. Pengguna juga diberikan opsi untuk mengaktifkan musik latar (*BGM*) guna menambah nuansa imersif selama sesi tur berlangsung. Selain itu, fitur *virtual assistant* tetap tersedia di halaman ini untuk memberikan bantuan atau informasi tambahan sesuai kebutuhan. Untuk keperluan komunikasi langsung, pengguna dapat mengakses bagian kontak yang telah disediakan sebagai sarana menghubungi pihak Diskominfo.

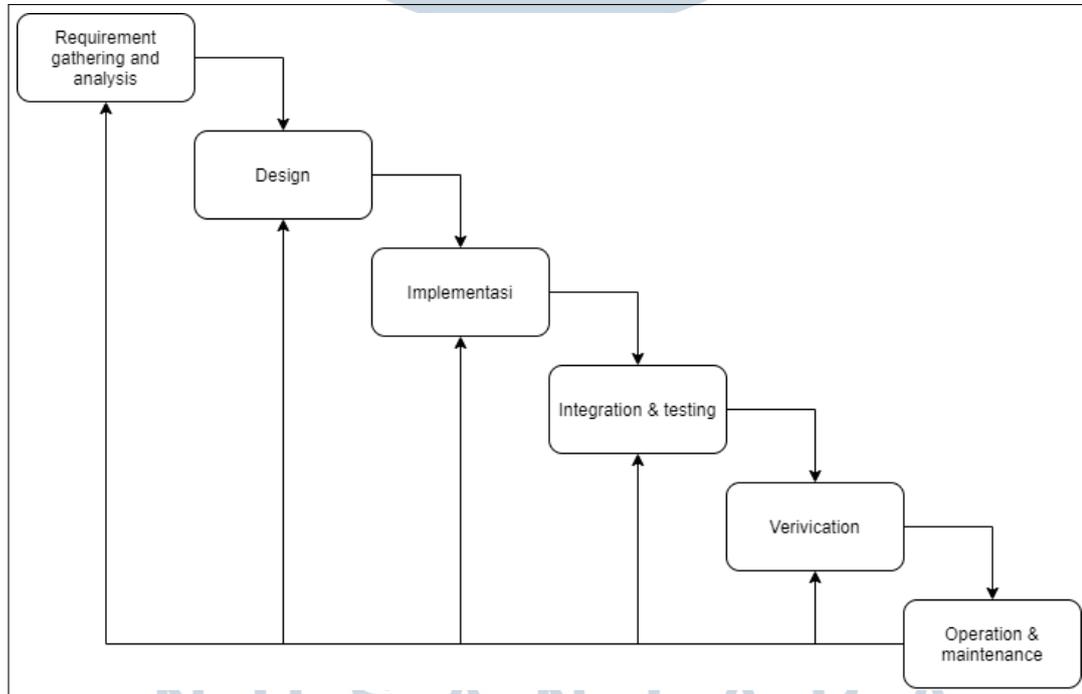


Gambar 3.8. Tombol *scroll to top*

Untuk meningkatkan kenyamanan dalam navigasi, *website* ini dilengkapi dengan tombol *scroll to top* yang memungkinkan pengguna kembali ke bagian atas halaman dengan satu klik, tanpa perlu menggulir secara manual. Selain itu, navigasi antar *scene* dalam *virtual tour* dapat dilakukan melalui *navigation bar* yang dirancang secara intuitif untuk memudahkan perpindahan antar lokasi. Setelah seluruh rangkaian interaksi selesai dilakukan, aktivitas pengguna dalam sistem dianggap telah berakhir.

3.5 Metodologi

Untuk proyek ini, model Waterfall System Development Life Cycle (SDLC) dipilih karena proses pengembangannya sederhana namun terstruktur, dengan tahapan yang dilakukan secara berurutan dari awal hingga akhir. Karena setiap fase selesai sebelum fase berikutnya dimulai, pendekatan ini memudahkan perencanaan dan eksekusi. Hal ini sesuai dengan prosedur yang digunakan untuk proyek magang yang memiliki ruang lingkup dan durasi yang tetap.



Gambar 3.9. Alur metodologi *website* Area Kerja Dinas Komunikasi dan Informatika

3.5.1 Requirement Gathering and Analysis

Pada tahap awal, hal yang paling penting adalah mengumpulkan kebutuhan dari instansi yang relevan. Sebuah media digital interaktif yang dapat menampilkan area kerja secara visual dan memberikan informasi kepada publik dengan bantuan asisten virtual sangat dibutuhkan oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Tangerang. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem harus mendukung navigasi, *virtual tour* 360°, dan *chatbot* berbasis teks dan suara.

3.5.2 Design

Komponen utama desain sistem adalah antarmuka pengguna (*frontend*) dan logika sistem (*backend*). Antarmuka web, yang menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript, memiliki desain minimalis dan warna institusional. *Backend*, yang menggunakan Flask, dimaksudkan untuk membantu *chatbot* berinteraksi satu sama lain dan mengubah suara ke teks atau sebaliknya. Pada titik ini juga dirancang struktur wisata virtual dan penempatan hotspot interaktif.

3.5.3 Implementation

Pembangunan seluruh fitur berdasarkan desain yang telah dibuat adalah bagian dari tahapan implementasi. Sementara *chatbot* "Luna" dibangun menggunakan pendekatan *client-server*, fitur *virtual tour* dibuat menggunakan pustaka Pannellum dan A-Frame. *Backend* menyediakan API untuk pemrosesan suara dan percakapan, sedangkan *frontend* bertanggung jawab atas interaksi dan tampilan pengguna. Implementasi dilakukan secara berulang dengan uji coba berkala.

3.5.4 Integration & Testing

Setelah itu, setiap komponen yang telah dibangun diuji dan diintegrasikan. Komponen seperti navigasi virtual, tampilan *scene*, respons *chatbot*, pengolahan suara, dan *fallback* ketika koneksi gagal diuji. Debugging visual, pengujian UX untuk berbagai perangkat, dan perbaikan skenario *edge-case* dalam percakapan AI adalah semua bagian dari proses ini.

3.5.5 Verification

Pada tahap ini, mentor melakukan pengujian langsung terhadap sistem untuk memastikan kesesuaiannya dengan kesepakatan yang telah dibuat. Pada tahap ini ada beberapa hal yang harus di ubah seperti perbaikan struktur ikon hotspot.

3.5.6 Operation and Maintenance

Setelah integrasi dan pengujian selesai, pemeliharaan dilakukan untuk memperbaiki *bug* kecil, menambahkan *scene* baru, dan memperbaiki struktur ikon dan *hotspot*. Pilihan pengguna seperti latar musik disimpan secara lokal, dan jika API tidak menanggapi, fallback sistem tersedia. Semua penyesuaian didasarkan pada uji coba internal dan umpan balik dari manajer lapangan.

3.6 Kendala dan Solusi yang Ditemukan

Selama proses pengembangan proyek, ditemukan sejumlah kendala teknis yang perlu diatasi, khususnya pada tahap awal implementasi sistem. Salah satu tantangan utama terjadi saat proses pengambilan gambar panorama 360°. Awalnya, dokumentasi visual dilakukan menggunakan aplikasi gratis pada perangkat *smartphone*. Namun, hasil yang diperoleh kurang optimal karena proses *stitching* antar gambar tidak akurat, sehingga panorama yang dihasilkan tampak tidak rapi dan kualitasnya rendah. Selain itu, proses ini memerlukan waktu yang cukup lama karena harus dilakukan secara manual dari berbagai sudut pandang. Sebagai bentuk penyelesaian, pihak instansi memutuskan untuk menyewa kamera 360°, meskipun perangkat yang tersedia merupakan versi lama sehingga hasil fotonya masih tampak agak buram. Kendati demikian, kualitas gambar yang dihasilkan jauh lebih stabil dan konsisten dibandingkan metode awal.

Permasalahan berikutnya muncul pada tahap pembuatan *virtual tour*. Pada fase awal, digunakan platform *online* bernama Panoee sebagai alat bantu dalam merancang dan menampilkan tur virtual. Akan tetapi, platform ini memerlukan koneksi internet secara berkelanjutan, sehingga tidak dapat berfungsi secara *offline*. Kondisi ini menjadi kendala, mengingat sistem dirancang untuk ditampilkan melalui *display* di lingkungan gedung yang tidak selalu memiliki akses internet. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan pergantian teknologi ke pustaka JavaScript Pannellum, yang memungkinkan penyajian *virtual tour* secara lokal melalui kode

client-side tanpa ketergantungan terhadap koneksi internet. Solusi ini memberikan fleksibilitas lebih tinggi dan sesuai dengan kebutuhan operasional instansi.

Kendala ketiga berkaitan dengan integrasi antara fitur *virtual assistant* dan *virtual tour*. Pada versi awal pengembangan, kedua fitur ini berjalan secara terpisah dan hanya dapat diakses melalui *tab browser* yang berbeda, sehingga mengurangi kenyamanan dan tidak mencerminkan sistem yang terintegrasi. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, digunakan pendekatan berbasis Flask CORS (*Cross-Origin Resource Sharing*) yang memungkinkan komunikasi antara *frontend* dan *backend* meskipun berada pada domain atau port yang berbeda. Dengan penerapan CORS pada aplikasi Flask di sisi *backend*, sistem mampu menyatukan fungsi *chatbot* dan tampilan *virtual tour* dalam satu halaman web secara *seamless*, memungkinkan pengguna berinteraksi dengan asisten virtual tanpa perlu berpindah tab.

