

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait pengembangan sistem informasi pariwisata dan layanan berbasis *Web* telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir, terutama dengan tujuan meningkatkan aksesibilitas informasi, efektivitas promosi, serta kemudahan navigasi bagi wisatawan. Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, terlihat bahwa teknologi informasi memainkan peranan penting dalam mendukung pengelolaan wisata daerah yang masih menghadapi kendala dalam penyebaran informasi serta belum tersedianya fitur digital yang komprehensif.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

Ref	Judul Artikel	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
[16]	<i>An End-to-end Generative System for Smart Travel Assistant</i>	Tugcu, M.; Erdinc, B.; Cekic, T.; Akay, S.; Uysal, D.; Deniz, O.; Erdem, E.	2024	Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem smart travel assistant berbasis suara yang mengintegrasikan modul Speech-to-Text (STT), <i>Text-to-Speech</i> (TTS), dan Natural Language Understanding (NLU) untuk mendukung interaksi pengguna secara <i>end-to-end</i> dalam bahasa Turki. Sistem ini menggunakan model STT berbasis Wav2Vec2.0 yang dilengkapi post-correction N-gram untuk meningkatkan akurasi transkripsi, serta modul TTS berbasis LightSpeech + Parallel WaveGAN untuk menghasilkan suara yang cepat dan jelas. Model NLU yang diterapkan meliputi <i>intent classification</i> menggunakan BERT dan slot-filling menggunakan LLM secara few-shot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi STT-TTS-NLU secara menyeluruh mampu meningkatkan pengalaman pengguna dalam perencanaan perjalanan, dengan performa memuaskan walaupun data bahasa Turki terbatas.
[17]	<i>Artificial Intelligence-based Chatbot for Tourism Recommendations:</i>	Wei Yen	2022	Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan <i>Big Data</i> dalam <i>supply chain</i> makanan menawarkan peluang besar bagi pengoptimalan operasi dan efisiensi. Aplikasi <i>Big Data</i>

	<i>A Systematic Review</i>			difokuskan pada tiga aspek utama: memahami basis pelanggan untuk mendukung strategi komunikasi pemasaran, memprediksi permintaan untuk mengorganisasi operasi <i>retail</i> , dan mengoptimalkan harga, ragam produk, serta inventaris berdasarkan pola permintaan. Penelitian ini menemukan bahwa analitik deskriptif dan prediktif lebih sering digunakan dibandingkan analitik preskriptif, dengan potensi yang signifikan untuk peningkatan melalui penerapan teknologi yang lebih maju di masa depan
[18]	Integrating <i>Generative AI</i> and IoT for Sustainable Smart Tourism Destinations	Suanpong, P., & Pothipassa, P.	2024	Penelitian ini mengembangkan platform pariwisata cerdas yang mengintegrasikan <i>Generative AI</i> , NLP, dan IoT untuk meningkatkan aksesibilitas, personalisasi, dan keberlanjutan destinasi wisata. Sistem menggunakan speech-to-text, <i>Text-to-Speech</i> , analisis konteks, serta sensor IoT untuk memberikan rekomendasi <i>real-time</i> , prediksi perilaku wisatawan, dan layanan multibahasa. Hasil evaluasi menunjukkan integrasi AI-IoT mampu meningkatkan pengalaman wisatawan, mendukung perencanaan perjalanan, serta memberikan manfaat signifikan bagi wisatawan dengan kebutuhan khusus, sehingga memperkuat konsep destinasi wisata inklusif.
[19]	Neural Style Transfer for <i>Audio Spectrograms</i>	Prateek Verma, Julius O. Smith	2020	Penelitian ini mengadaptasi teknik neural style transfer yang sebelumnya populer pada domain gambar, untuk diterapkan pada sinyal <i>audio</i> melalui representasi spectrogram. Dengan menggunakan arsitektur CNN (turunan dari AlexNet) dan optimisasi berbasis content loss serta style loss, penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik timbre dari sebuah instrumen dapat ditransfer ke instrumen lain tanpa memerlukan aturan sinyal manual. Hasilnya membuka peluang baru dalam sintesis suara, cross-synthesis, dan manipulasi <i>audio</i> otomatis yang lebih fleksibel, karena model mampu menghasilkan modifikasi suara berkualitas tinggi hanya dengan

				memanfaatkan fitur-fitur jaringan saraf dalam ruang frekuensi.
[20]	The persuasive effects of voice characteristics embedded in paid <i>Tour Guide audio</i> on tourist purchase decisions	C. Zhou, et al.	2024	Penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik suara (pitch, intonasi, kejelasan <i>audio</i>) dalam rekaman pemandu wisata berbayar memberikan efek persuasif pada keputusan pembelian wisatawan. Suara pemandu yang dinilai “profesional dan bersahabat” meningkatkan kecenderungan wisatawan untuk memilih paket wisata yang ditawarkan. Temuan ini relevan untuk mendesain sistem tour-guide berbasis suara: kualitas suara panduan (melalui TTS atau rekaman) menjadi faktor penting agar panduan efektif dan diterima pengguna.
[21]	<i>Voice assistants</i> in the tourism customer journey	I. A. Sorcaru dkk.	2025	Meninjau peran asisten suara/AI dalam pariwisata, menunjukkan bahwa <i>Voice-Based</i> virtual assistant dapat meningkatkan interaksi wisatawan dan mempermudah akses informasi destinasi secara <i>real time</i> .
[22]	The impact of <i>Artificial Intelligence</i> on tourism industry: A systematic review	A. L. López-Naranjo dkk.	2025	Mereview 112 studi AI di sektor pariwisata; menemukan bahwa teknologi seperti NLP, <i>chatbot</i> , dan algoritma <i>machine learning</i> sangat sering dipakai untuk layanan pelanggan, rekomendasi destinasi, optimasi layanan, serta automasi operasional pariwisata.

[23]	<i>Artificial Intelligence in Heritage tourism: Innovation and Opportunities</i>	J. M. Sánchez-Martín dkk.	2025	Fokus pada aplikasi AI (termasuk NLP, recommendation, asisten digital) di wisata heritage/heritage tourism; relevan dalam menunjukkan bagaimana AI dapat membantu dalam wisata desa/area budaya, cocok dengan konteks Desa Pete.
[24]	zIA: a GenAI-powered local auntie assists tourists in Italy	Alexio Cassani, Michele Ruberl, Antonio Salis, Giacomo Giannese, Gianluca Boanelli	2024	Jurnal ini memaparkan <i>prototype chatbot</i> generatif berbasis GenAI untuk asisten wisata lokal — menggunakan teks & suara, mendukung rekomendasi itinerari tur, mendemonstrasikan bahwa pendekatan serupa layak untuk konteks desa/wisata local.
[25]	Developing Interactive Tourism Planning: A Dialogue Robot System Powered by a Large Language Model	Katsumasa Yoshikawa, Takato Yamazaki, Masaya Ohagi dkk.	2023	Mengembangkan sistem dialog & perencanaan wisata otomatis menggunakan LLM; memberi insight bahwa LLM/chatbot bisa digunakan bukan hanya untuk tanya-jawab, tapi juga perencanaan rute & rekomendasi — mendekati kebutuhan sistem tour-guide.

[26]	<i>Chatbot-Based Tourist Guide Using Artificial Intelligence Markup Language</i>	Aras Ahmed Ali, Kanaan Mikael Kaka-Khan, Israa Al-Chalabi	2023	Artikel ini menyajikan perancangan dan implementasi <i>chatbot</i> berbasis AI sebagai pemandu wisata untuk kota Sulaimani. <i>Chatbot</i> dibangun menggunakan AIML dengan dataset 352 pertanyaan-jawaban, kemudian diuji melalui <i>Website</i> uji coba untuk pengguna nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>chatbot</i> ini memperoleh tingkat kepuasan pengguna yang lebih tinggi dibanding panduan wisata konvensional berbasis <i>Web</i> , terutama dalam hal kemudahan akses informasi wisata. Kendati dataset masih kecil dan ada keterbatasan generalisasi, penelitian ini memperkuat potensi <i>chatbot</i> sebagai alat bantu informasi wisata yang praktis dan responsif.
------	--	---	------	--

Kajian penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan kecerdasan buatan, pemrosesan bahasa alami, serta teknologi berbasis suara telah menjadi fokus utama dalam pengembangan aplikasi wisata modern. Tren ini mengarah pada sistem pariwisata cerdas yang mampu menyajikan layanan personal, automasi interaksi, serta dukungan navigasi *real-time* yang lebih adaptif terhadap kebutuhan wisatawan. Penelitian oleh Tugcu et al. [11] merancang sebuah *smart travel assistant* berbasis suara dengan mengintegrasikan modul STT, TTS, serta NLU secara *end-to-end*. Pendekatan ini membuktikan bahwa sistem multimodal berbasis suara dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam perencanaan perjalanan, bahkan pada konteks bahasa yang sumber datanya terbatas. Penelitian serupa oleh Wei [12] juga menegaskan bahwa *chatbot* berbasis AI merupakan pendekatan efektif untuk meningkatkan efisiensi akses informasi wisata melalui rekomendasi otomatis, meskipun penelitian tersebut masih mengandalkan analisis tinjauan sistematis dan belum menyajikan implementasi teknis secara menyeluruh.

Integrasi teknologi pada tingkat platform diperlakukan oleh Suanpang dan Pothipassa [13], yang memanfaatkan kombinasi AI generatif, NLP, dan IoT untuk menghasilkan layanan pariwisata yang inklusif dan berkelanjutan. Sistem mereka mendukung rekomendasi *real-time*, prediksi perilaku wisatawan, serta layanan multibahasa, yang relevan untuk destinasi berorientasi pelayanan seperti desa

wisata. Di sisi lain, kajian berbasis neural processing oleh Verma dan Smith [14] berfokus pada sintesis suara melalui neural style transfer, dan meskipun tidak secara eksplisit ditujukan untuk pariwisata, penelitian tersebut menegaskan pentingnya kualitas suara dan naturalness dalam sistem berbasis *audio*, yang juga diperlukan dalam aplikasi TTS untuk pemandu wisata. Selain aspek teknis, penelitian terbaru juga menyoroti pengaruh psikologis suara terhadap perilaku pengguna. Penelitian oleh Zhou et al. [15] menemukan bahwa karakteristik suara yang profesional dan bersahabat dapat meningkatkan keputusan pembelian wisatawan. Hasil ini menegaskan bahwa desain suara dalam sistem *Tour Guide* berbasis AI tidak hanya berfungsi sebagai Media informasi, tetapi juga berperan sebagai elemen persuasive yang memengaruhi perilaku wisatawan. Temuan tersebut diperkuat oleh Sorcaru et al. [16], yang menunjukkan bahwa *voice assistant* dapat meningkatkan keterlibatan wisatawan dan mempermudah akses informasi destinasi secara *real time*.

Pada tingkat yang lebih makro, penelitian sistematik oleh López-Naranjo et al. [17] mengidentifikasi bahwa teknologi seperti NLP, *chatbot*, dan *machine learning* telah menjadi komponen dominan dalam ekosistem pariwisata digital, terutama dalam hal otomasi layanan dan rekomendasi destinasi. Selanjutnya, Sánchez-Martín et al. [18] menegaskan peran penting AI dalam *heritage tourism*, terutama dalam konteks preservasi budaya, interpretasi informasi, dan peningkatan pengalaman edukatif, yang relevan dengan konteks desa religius dan budaya seperti Desa Pete. Research terkini juga menunjukkan berkembangnya solusi asisten wisata berbasis AI generatif untuk destinasi lokal. Studi oleh Cassani et al. [19] mengembangkan *GenAI-powered conversational agent* yang mendukung rekomendasi itinerary melalui teks dan suara, menegaskan kelayakan pendekatan tersebut untuk area wisata kecil. Selain itu, Yoshikawa et al. [20] memanfaatkan LLM untuk perencanaan rute wisata adaptif, memberikan justifikasi konseptual bagi pengembangan sistem tour-guide yang mampu memberikan instruksi navigasi, bukan sekadar informasi. Sementara itu, Ali et al. [21] mengimplementasikan *chatbot-based tourist guide* berbasis AIML dan menemukan peningkatan signifikan pada kepuasan pengguna dan aksesibilitas informasi wisata, meskipun terdapat keterbatasan pada skala dataset dan kemampuan generalisasi.

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa inovasi teknologi wisata telah bergerak menuju sistem adaptif, multimodal, dan dialogis yang menggabungkan analisis konteks, multimodal interaction, serta rekomendasi *real-time*. Namun demikian, sebagian besar penelitian dilakukan pada konteks urban, destinasi internasional, atau layanan komersial, sehingga terdapat kesenjangan penelitian pada penerapan sistem berbasis suara untuk desa wisata religius dengan akses terbatas seperti Desa Pete. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut melalui pengembangan prototipe *Speech-to-speech Tour Guide* berbasis AI yang mengintegrasikan *Whisper* untuk STT, *IndoBERT* untuk klasifikasi intent, *GraphHopper* untuk navigasi, dan TTS untuk panduan verbal, sehingga mampu memberikan dukungan navigasi, informasi destinasi, dan instruksi rute secara *real-time* kepada wisatawan

2.2 *Chatbot*

Chatbot merupakan salah satu penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dirancang untuk memungkinkan interaksi alami antara manusia dan komputer melalui Media percakapan.[27] Pada awalnya, *chatbot* dibangun menggunakan pendekatan berbasis aturan (*rule-based*), di mana sistem hanya dapat merespons input yang sesuai dengan pola atau kata kunci tertentu[28]. Namun perkembangan teknologi pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing*) serta meluasnya penggunaan arsitektur *transformer* telah menghasilkan *chatbot* modern yang mampu memahami konteks, memproses bahasa secara lebih natural, dan menghasilkan respons yang lebih cerdas[29]. *Chatbot* berbasis NLP dan *machine learning* saat ini tidak hanya mampu memproses teks, tetapi juga dapat menghubungkan percakapan dengan aksi tertentu, seperti pencarian informasi, analisis maksud pengguna, hingga pemanggilan layanan komputasi lain.[30]

Secara umum, *chatbot* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan tingkat kecerdasannya, antara lain *rule-based chatbot*, *retrieval-based chatbot*, dan *generative chatbot*. *Rule-based chatbot* bekerja berdasarkan aturan dan skenario yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga memiliki keterbatasan dalam menangani variasi bahasa. *Retrieval-based chatbot* memanfaatkan teknik

pembelajaran mesin untuk memilih respons terbaik dari kumpulan jawaban yang tersedia berdasarkan kemiripan konteks[31] [32]. Sementara itu, *generative chatbot* menggunakan model bahasa berbasis deep learning untuk menghasilkan respons baru secara dinamis berdasarkan pemahaman konteks percakapan[33]. Perkembangan ini menjadikan *chatbot* semakin fleksibel dan mampu digunakan dalam berbagai domain, seperti layanan pelanggan, pendidikan, kesehatan, dan pariwisata.

Selain berfungsi sebagai Media interaksi, *chatbot* modern juga berperan sebagai agen cerdas yang mampu menghubungkan percakapan pengguna dengan proses komputasi lainnya. Melalui integrasi dengan modul NLP, *chatbot* dapat melakukan analisis maksud (intent recognition), ekstraksi informasi penting, serta pengambilan keputusan berbasis konteks. *Chatbot* juga dapat diintegrasikan dengan sistem eksternal melalui *Application Programming Interface* (API) untuk menjalankan aksi tertentu, seperti pencarian data, pemanggilan layanan lokasi, atau pengendalian sistem lain. Dengan kemampuan tersebut, *chatbot* tidak lagi terbatas sebagai alat percakapan, melainkan berkembang menjadi komponen sistem cerdas yang mendukung otomatisasi dan interaksi manusia–komputer secara lebih efektif.

2.3 Desa Tujuan Religi dan Wisata

Desa wisata merupakan salah satu bentuk pengembangan pariwisata yang berfokus pada potensi lokal suatu wilayah untuk menghadirkan pengalaman autentik bagi wisatawan.[34] Desa yang memiliki karakteristik religi dan budaya biasanya menawarkan atraksi berupa bangunan bersejarah, tempat ibadah, tradisi keagamaan, hingga kegiatan sosial kemasyarakatan yang menggambarkan identitas lokal.[35] Konsep desa wisata religi berkembang seiring meningkatnya minat masyarakat terhadap wisata berbasis nilai spiritual dan pembelajaran budaya. Dalam konteks pariwisata nasional, desa-desa dengan karakter religi memiliki posisi penting karena mampu memenuhi kebutuhan wisatawan akan pengalaman yang lebih bermakna serta memperluas diversifikasi daya tarik wisata di luar destinasi komersial yang umumnya berpusat di kota besar.

Desa Pete sebagai objek kajian dalam penelitian ini merupakan wilayah yang memiliki karakteristik kombinasi antara lingkungan permukiman, area pertanian, serta keberadaan fasilitas ibadah seperti masjid dan sumur tradisional yang menjadi bagian dari aktivitas keseharian masyarakat. Elemen-elemen tersebut berpotensi untuk dikemas sebagai paket wisata lokal berbasis eksplorasi lingkungan desa. Keberadaan jalur kecil, ruang hijau, dan struktur desa yang organik memberikan pengalaman berjalan kaki yang khas, sehingga sangat sesuai dengan konsep *touring* berbasis pejalan kaki. Selain itu, elemen religi seperti masjid menjadi titik penting yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat ibadah, tetapi juga sebagai pusat kegiatan komunitas yang dapat menjadi daya tarik wisata religi.

Dalam pengembangan desa wisata modern, kemampuan untuk menyediakan informasi yang mudah diakses, relevan, dan interaktif menjadi salah satu kebutuhan utama agar wisatawan dapat memahami nilai budaya serta orientasi lokasi secara lebih baik. Tantangan yang sering muncul ialah keterbatasan papan informasi, pemandu wisata manual, dan petunjuk arah yang tidak konsisten. Kondisi ini diperparah jika wisatawan berasal dari luar daerah dan tidak mengenal struktur jalan desa yang cenderung sempit, berliku, dan tidak ditandai secara jelas pada peta umum. Oleh karena itu, integrasi teknologi seperti sistem penunjuk arah berbasis suara melalui aplikasi *Speech-to-speech Tour Guide* memiliki relevansi tinggi dalam mempermudah aksesibilitas wisatawan.

Pemanfaatan teknologi navigasi yang terhubung dengan *chatbot* cerdas memungkinkan wisatawan menentukan lokasi tujuan hanya dengan perintah suara, kemudian mendapatkan petunjuk arah secara instan tanpa harus bergantung pada pemandu lokal. Dengan demikian, pengalaman wisata religi dan desa tidak hanya menjadi lebih praktis, tetapi juga lebih inklusif, karena wisatawan dengan keterbatasan membaca peta atau yang tidak familiar dengan lingkungan sekitar tetap dapat menikmati destinasi secara mandiri. Inovasi ini juga mendukung upaya digitalisasi desa yang tengah digiatkan oleh pemerintah dalam rangka mempercepat transformasi ekonomi desa melalui sektor pariwisata.

2.4 Metode *Waterfall*

Metode *Waterfall* merupakan salah satu model *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang pertama kali diperkenalkan dan hingga kini masih banyak digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Metode ini dikenal sebagai linear sequential model, karena setiap tahapan pengembangan dilakukan secara berurutan dan sistematis tanpa adanya tumpang tindih antar fase. Suatu fase hanya dapat dimulai apabila fase sebelumnya telah diselesaikan dan disetujui secara penuh. Oleh karena itu, *Waterfall* sering digunakan pada proyek dengan kebutuhan sistem yang jelas, stabil, dan terdokumentasi dengan baik.

Pada model *Waterfall*, proses pengembangan perangkat lunak mengalir secara bertahap dari fase awal hingga akhir seperti aliran air terjun (*Waterfall*). Hasil dari satu fase menjadi masukan langsung bagi fase berikutnya, sehingga setiap tahap memiliki peran penting dalam menjamin kualitas sistem secara keseluruhan. Model ini banyak diterapkan dalam rekayasa perangkat lunak karena memberikan struktur pengembangan yang jelas, terdokumentasi, dan mudah dikontrol.

Secara umum, metode *Waterfall* terdiri dari lima fase utama, yaitu *analysis*, *design*, *implementation*, *testing*, dan *maintenance*. Kelima fase ini dijalankan secara berurutan tanpa adanya *overlap*, sehingga kesalahan pada tahap awal dapat berdampak signifikan pada tahap selanjutnya. Oleh karena itu, ketelitian pada setiap fase menjadi faktor kunci keberhasilan penerapan metode *Waterfall*.[36]

Fase analisis merupakan tahap awal yang berfokus pada pendefinisian kebutuhan sistem secara menyeluruh, yang sering disebut sebagai *Software Requirements Specification* (SRS). Pada tahap ini, kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem diidentifikasi dan didokumentasikan secara rinci. Kebutuhan fungsional mencakup fitur utama sistem, seperti kemampuan *speech-to-text*, pemrosesan bahasa alami, pencarian rute, dan *Text-to-Speech*. Sementara itu, kebutuhan non-fungsional meliputi aspek performa, keandalan, skalabilitas, kemudahan penggunaan, serta kualitas layanan sistem. Fase ini bertujuan memastikan bahwa sistem yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tujuan penelitian.

Fase desain merupakan tahap perencanaan solusi berdasarkan kebutuhan yang telah didefinisikan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem, desain antarmuka pengguna, perancangan alur proses sistem, serta perancangan struktur data dan integrasi komponen. Dalam penelitian ini, fase desain mencakup perancangan arsitektur sistem *speech-to-speech* tour guide, integrasi modul STT, NLP, TTS, dan sistem navigasi, serta perancangan antarmuka berbasis *Web* yang mudah digunakan oleh wisatawan. Fase desain berfungsi sebagai cetak biru yang menjadi acuan utama pada tahap implementasi.

Fase desain merupakan tahap perencanaan solusi berdasarkan kebutuhan yang telah didefinisikan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem, desain antarmuka pengguna, perancangan alur proses sistem, serta perancangan struktur data dan integrasi komponen. Dalam penelitian ini, fase desain mencakup perancangan arsitektur sistem *speech-to-speech* tour guide, integrasi modul STT, NLP, TTS, dan sistem navigasi, serta perancangan antarmuka berbasis *Web* yang mudah digunakan oleh wisatawan. Fase desain berfungsi sebagai cetak biru yang menjadi acuan utama pada tahap implementasi.

Fase implementasi merupakan tahap penerjemahan kebutuhan dan desain sistem ke dalam bentuk sistem yang dapat dijalankan. Pada fase ini dilakukan proses pengkodean, pengembangan *backend* dan *frontend*, serta integrasi seluruh komponen sistem. Dalam konteks penelitian ini, implementasi mencakup penggunaan model *Whisper* untuk *speech-to-text*, *IndoBERT* sebagai *Small Language Model* untuk pemrosesan bahasa, *GraphHopper* untuk penentuan rute, serta *Leaflet* untuk visualisasi peta. Seluruh komponen diintegrasikan menjadi satu sistem *Tour Guide* berbasis suara yang dapat digunakan secara nyata.

Fase pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan dan spesifikasi yang ditetapkan pada tahap analisis. Pengujian dilakukan melalui proses verifikasi dan validasi untuk mengidentifikasi kesalahan, *bug*, maupun ketidaksesuaian fungsi sistem. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan untuk memastikan akurasi transkripsi suara, ketepatan klasifikasi tujuan menggunakan NLP, keakuratan rute navigasi, serta kejelasan

keluaran suara dari sistem. Fase ini juga berperan penting dalam meningkatkan kualitas dan keandalan sistem sebelum digunakan secara luas.

Fase pemeliharaan merupakan tahap akhir dalam metode *Waterfall* yang dilakukan setelah sistem selesai dikembangkan dan diuji. Tahap ini mencakup perbaikan kesalahan yang ditemukan setelah sistem digunakan, penyempurnaan performa, serta penyesuaian sistem terhadap kebutuhan pengguna atau lingkungan operasional. Dalam penelitian ini, fase pemeliharaan meliputi penyempurnaan sistem berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, serta perbaikan dokumentasi dan laporan penelitian.

Metode *Waterfall* dipilih dalam penelitian ini karena kebutuhan sistem sudah jelas sejak awal, teknologi yang digunakan telah dipahami dengan baik, serta ruang lingkup penelitian bersifat terdefinisi dan tidak mengalami perubahan signifikan. Selain itu, struktur *Waterfall* yang sistematis dan terdokumentasi dengan baik sangat sesuai dengan kebutuhan penelitian akademik, terutama dalam pengembangan sistem akhir (*final system*) yang menjadi luaran penelitian.

2.5 *Visual Studio Code*

Visual Studio Code (VS Code) merupakan *source-code editor* modern yang dikembangkan oleh *Microsoft* dan banyak digunakan dalam pengembangan perangkat lunak karena fleksibilitas, performa yang ringan, serta dukungan ekstensi yang sangat luas. Editor ini dapat digunakan untuk berbagai bahasa pemrograman seperti *Python*, *JavaScript*, *HTML*, dan *CSS*, sehingga menjadi pilihan yang tepat untuk pengembangan aplikasi berbasis *Web* maupun integrasi kecerdasan buatan seperti pada penelitian ini. VS Code menyediakan antarmuka yang sederhana namun kaya fitur, seperti syntax highlighting, intelliSense, debugging, source control, dan manajemen workspace, yang membantu meningkatkan efisiensi serta produktivitas dalam proses pengembangan sistem.

Dalam penelitian ini, *Visual Studio Code* berperan sebagai lingkungan pengembangan utama untuk membangun prototipe sistem *Speech-to-speech Tour Guide* berbasis AI. Seluruh file *backend* menggunakan *Python* dengan *framework*

Flask, serta *frontend* menggunakan HTML, CSS, dan *JavaScript* dikelola melalui VS Code sehingga memudahkan peneliti dalam melakukan integrasi antar komponen. Fitur ekstensi seperti *Python Extension*, *Live Server*, dan *GitHub Integration* mendukung proses implementasi, menjalankan server lokal, serta melakukan manajemen versi kode secara terpusat. Kemampuan VS Code dalam menampilkan struktur folder, melakukan debugging, dan mengeksekusi terminal internal juga mempermudah peneliti untuk menjalankan aplikasi dan melakukan pengujian tanpa berpindah platform.

Selain itu, VS Code mendukung integrasi dengan berbagai pustaka dan tool eksternal yang digunakan dalam penelitian, seperti instalasi dependensi melalui pip, pengujian API melalui terminal, serta visualisasi kode melalui ekstensi berbasis AI. Editor ini juga memberikan fleksibilitas dalam berpindah antarmuka antara script *backend*, file konfigurasi, dan komponen antarmuka pengguna, sehingga alur kerja pembangunan sistem menjadi lebih terorganisasi. Dengan kapabilitas tersebut, *Visual Studio Code* merupakan alat yang ideal untuk mengembangkan sistem *Tour Guide* berbasis suara dengan integrasi teknologi seperti *Whisper*, *IndoBERT*, *GraphHopper*, dan *Leaflet* dalam satu lingkungan pengembangan yang efisien dan praktis.

2.6 Whisper

Whisper merupakan model *Speech-to-Text (STT)* berbasis kecerdasan buatan yang dikembangkan oleh *OpenAI* dan dirancang untuk melakukan transkripsi suara menjadi teks dengan tingkat akurasi tinggi. *Whisper* menggunakan arsitektur encoder-decoder *transformer*, yaitu struktur yang umum digunakan dalam berbagai model bahasa modern karena kemampuannya menangkap konteks secara mendalam. Model ini dilatih menggunakan ratusan ribu jam data *audio* multibahasa dan multitugas dari berbagai jenis rekaman, termasuk percakapan, narasi, maupun lingkungan berisik. Oleh karena itu, *Whisper* mampu mengenali pola suara, intonasi, dan aksen yang berbeda, termasuk bahasa Indonesia, yang menjadikannya salah satu model STT paling andal untuk aplikasi lintas bahasa dan kondisi nyata.

Dalam penelitian ini, *Whisper* digunakan sebagai komponen utama untuk menangkap perintah suara wisatawan dan mengubahnya menjadi teks yang dapat diproses oleh sistem. Model ini dipilih karena memiliki ketahanan terhadap kebisingan lingkungan, yang sangat penting mengingat penggunaan sistem *Tour Guide* dilakukan di luar ruangan, seperti area desa wisata dengan aktivitas masyarakat dan suara kendaraan. *Whisper* juga mampu mendeteksi pembicaraan dengan jeda dan kecepatan bicara yang bervariasi, sehingga pengguna tidak perlu mengucapkan perintah secara kaku atau terstruktur. Kemampuan ini meningkatkan kenyamanan dan fleksibilitas dalam penggunaan teknologi berbasis suara. Implementasi *Whisper* dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pustaka *Faster Whisper*, yaitu versi yang telah dioptimalkan agar lebih ringan dan cepat diproses pada perangkat dengan sumber daya terbatas, termasuk laptop standar yang digunakan dalam tahap pengembangan. Setelah *audio* direkam melalui antarmuka *Web*, data dikirim ke server *backend* untuk diproses oleh *Whisper*. Hasil transkripsi kemudian menjadi input bagi modul *Natural Language Processing* (NLP) untuk memahami tujuan wisata yang ingin dicapai pengguna. Integrasi ini menjadikan *Whisper* tidak hanya sebagai alat transkripsi, tetapi sebagai fondasi utama yang memungkinkan sistem *Speech-to-speech Tour Guide* bekerja secara *end-to-end*.

Secara keseluruhan, penggunaan *Whisper* memberikan keunggulan signifikan dalam akurasi transkripsi, kemampuan multibahasa, dan ketahanan terhadap gangguan suara, sehingga sangat sesuai untuk diterapkan dalam sistem navigasi berbasis suara di Desa Pete. Keandalan model ini memastikan bahwa sistem dapat menangkap perintah wisatawan secara jelas dan konsisten, yang pada akhirnya meningkatkan efektivitas dan pengalaman pengguna dalam memanfaatkan teknologi *Tour Guide* berbasis kecerdasan buatan.

2.7 IndoBERT Small Language Model

IndoBERT merupakan salah satu *Small Language Model (SLM)* berbasis arsitektur *BERT* yang dikembangkan khusus untuk bahasa Indonesia. Model ini dilatih menggunakan kumpulan data teks dalam jumlah besar dari berbagai domain seperti berita, karya tulis, dan Media sosial, sehingga mampu memahami struktur

gramatikal dan semantik bahasa Indonesia secara lebih akurat. Sebagai SLM, *IndoBERT* memiliki ukuran model yang lebih kecil dibandingkan *Large Language Model* (LLM) seperti GPT, namun tetap mempertahankan kemampuan pemahaman bahasa yang kuat untuk tugas-tugas seperti klasifikasi teks, analisis sentimen, intent recognition, dan ekstraksi informasi. Karakteristik inilah yang membuat *IndoBERT* cocok digunakan dalam penelitian yang membutuhkan pemrosesan cepat dan efisien tanpa memerlukan perangkat keras berspesifikasi tinggi. Dalam penelitian ini, *IndoBERT* digunakan sebagai komponen inti untuk menganalisis perintah suara yang telah ditranskripsikan oleh *Whisper* dan menentukan tujuan wisata yang dimaksud oleh pengguna. Sistem memanfaatkan kemampuan *IndoBERT* dalam melakukan klasifikasi teks berbasis kesesuaian makna terhadap label tujuan tertentu, seperti “masjid”, “sumur”, atau “kebun”. Proses ini dilakukan melalui pendekatan *Zero-shot classification*, di mana model dapat menilai kecocokan teks perintah pengguna terhadap label tujuan tanpa perlu dilatih ulang secara khusus pada dataset lokal. Dengan mekanisme ini, *IndoBERT* dapat mengenali maksud pengguna meskipun perintah disampaikan dalam bentuk yang beragam, seperti “Saya mau ke masjid”, “Tolong arahkan ke tempat sholat”, atau “Ke sana, masjid Syekh Mubarok.”

Selain meningkatkan kapabilitas pemahaman bahasa dalam sistem, penggunaan *IndoBERT* juga memberikan fitur evaluasi berupa *confidence score* yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap prediksi yang dihasilkan. Skor ini menjadi dasar untuk menentukan apakah sistem dapat langsung mengeksekusi navigasi atau memberikan peringatan apabila tujuan yang dimaksud pengguna tidak teridentifikasi dengan jelas. Dengan demikian, *IndoBERT* tidak hanya berfungsi sebagai pengklasifikasi teks, tetapi juga sebagai modul pengambilan keputusan dalam alur sistem *Tour Guide* berbasis suara. Secara keseluruhan, *IndoBERT* memberikan kontribusi yang penting dalam mendukung fungsi *chatbot* pada penelitian ini. Kemampuannya dalam memahami variasi kalimat bahasa Indonesia, efisiensinya sebagai SLM, serta fleksibilitasnya dalam melakukan klasifikasi tanpa pelatihan tambahan menjadikan *IndoBERT* pilihan yang tepat untuk menghubungkan antara perintah suara pengguna dan proses pencarian rute.

Integrasi *IndoBERT* dengan modul STT *Whisper* dan sistem navigasi berbasis *GraphHopper* menghasilkan alur kerja yang koheren, memungkinkan sistem *Speech-to-speech Tour Guide* memberikan pengalaman interaktif, responsif, dan akurat bagi wisatawan Desa Pete.

2.8 *GraphHopper*

GraphHopper merupakan *Routing* engine berbasis open-source yang dirancang untuk menghitung rute perjalanan secara cepat dan efisien menggunakan data peta dari *OpenStreetMap* (OSM). Mesin ini mendukung berbagai jenis moda perjalanan seperti berjalan kaki, sepeda, maupun kendaraan bermotor, dan mampu menghasilkan navigasi berbasis *turn-by-turn* yang mencakup arah belokan, jarak tempuh, serta estimasi waktu perjalanan. *GraphHopper* banyak digunakan dalam aplikasi navigasi, sistem transportasi pintar, layanan logistik, serta platform GIS karena kemampuannya dalam memproses permintaan rute secara *real-time* dengan akurasi yang tinggi. Selain versi yang dapat dijalankan pada server sendiri (self-hosted), *GraphHopper* juga menyediakan *Routing* API berbasis *cloud* yang memudahkan pengembang mengakses fungsi navigasi tanpa memerlukan konfigurasi server yang kompleks.

Dalam penelitian ini, *GraphHopper* berperan sebagai modul utama untuk menghasilkan rute dan petunjuk arah dari posisi pengguna menuju lokasi wisata di Desa Pete. Setelah perintah suara diproses oleh *Whisper* dan tujuan wisata ditentukan oleh *IndoBERT*, sistem mengirimkan koordinat pengguna serta koordinat destinasi ke *GraphHopper* API untuk dilakukan perhitungan rute. Hasil yang diberikan mencakup garis lintasan dalam bentuk polyline untuk ditampilkan pada peta interaktif serta instruksi belokan yang telah dipecah menjadi beberapa langkah, seperti “belok kiri”, “belok kanan”, atau “lurus sejauh 50 meter”. Informasi ini kemudian digunakan baik untuk visualisasi rute maupun untuk menghasilkan instruksi suara melalui modul *Text-to-Speech*.

Penggunaan *GraphHopper* dipilih karena model ini menawarkan beberapa keunggulan, seperti kecepatan pemrosesan yang tinggi, dukungan penuh terhadap peta *OpenStreetMap*, serta fleksibilitas dalam menyesuaikan moda perjalanan.

Dalam konteks desa wisata, terutama Desa Pete yang memiliki jalur sempit dan area pejalan kaki, fitur perhitungan rute pejalan kaki sangat penting untuk memberikan navigasi yang sesuai dengan kondisi lapangan. Selain itu, *GraphHopper* mendukung penentuan rute pada area terpencil yang tidak tercakup oleh layanan navigasi komersial lainnya seperti *Google Maps*, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi *Tour Guide* berbasis lokasi di daerah pedesaan. Secara keseluruhan, *GraphHopper* memegang peran sentral dalam menjembatani hasil analisis NLP dengan kebutuhan navigasi. Integrasi antara *GraphHopper*, *Leaflet*, *Whisper*, dan *IndoBERT* memungkinkan sistem *Speech-to-speech Tour Guide* memberikan pengalaman wisata yang informatif dan terarah, dengan petunjuk visual dan suara yang relevan berdasarkan lokasi pengguna secara *real-time*.

2.9 *Leaflet*

Leaflet merupakan pustaka *JavaScript* open-source yang digunakan untuk membangun peta interaktif pada aplikasi *Web*. Dibandingkan dengan platform pemetaan lainnya, *Leaflet* dikenal karena ukurannya yang ringan, performanya yang cepat, serta kemudahannya untuk diintegrasikan dengan berbagai layanan pemetaan dan data spasial. *Leaflet* menggunakan tile layer dari sumber terbuka seperti *OpenStreetMap* sehingga dapat menampilkan peta tanpa biaya lisensi, menjadikannya sangat cocok untuk pengembangan aplikasi berbasis lokasi di lingkungan akademik maupun komunitas. Selain itu, *Leaflet* menyediakan berbagai fitur seperti *Marker*, polyline, popup, kontrol navigasi, dan plugin tambahan yang memungkinkan pengembang memvisualisasikan data geografis dan rute secara dinamis sesuai kebutuhan aplikasi. Dalam penelitian ini, *Leaflet* digunakan sebagai komponen antarmuka visual untuk menampilkan posisi pengguna, lokasi tujuan wisata, serta rute navigasi yang dihasilkan oleh *GraphHopper*. Setelah sistem menentukan tujuan wisata melalui *IndoBERT* dan *GraphHopper* menghitung rute perjalanan, koordinat rute dalam bentuk polyline ditampilkan pada peta menggunakan *Leaflet*. *Marker* peta digunakan untuk menunjukkan posisi awal pengguna—baik berdasarkan GPS maupun titik Bumdes—serta titik destinasi seperti masjid, sumur pemandian, dan kebun Bumdes. Visualisasi rute ini

memberikan konteks spasial yang mudah dipahami, memungkinkan pengguna untuk melihat jalur perjalanan secara intuitif sebelum dan selama proses navigasi.

Keunggulan lain dari *Leaflet* adalah kemampuannya untuk diperbarui secara *real-time*. Dalam sistem *Tour Guide* ini, posisi pengguna — baik melalui GPS maupun titik referensi — dapat diperbarui, dan *Leaflet* secara otomatis menyesuaikan tampilan peta sesuai lokasi tersebut. Fitur ini mendukung skenario penggunaan di lapangan, di mana wisatawan dapat bergerak dan membutuhkan pembaruan navigasi yang konsisten. Selain itu, integrasi *Leaflet* dengan *GraphHopper* juga memungkinkan sistem menghasilkan navigasi *turn-by-turn* yang disajikan baik secara visual maupun melalui suara TTS. Dengan demikian, *Leaflet* menjadi elemen penting dalam menyajikan pengalaman interaktif dan informatif pada aplikasi ini. Secara keseluruhan, penggunaan *Leaflet* tidak hanya memberikan visualisasi peta yang jernih dan informatif, tetapi juga mendukung fungsionalitas utama dari sistem *Speech-to-speech Tour Guide* dengan menghadirkan peta yang responsif, ringan, dan mudah dikustomisasi. Kombinasi antara *Leaflet*, *GraphHopper*, *Whisper*, dan *IndoBERT* menjadikan sistem ini dapat bekerja secara terpadu untuk memberikan pengalaman navigasi yang lengkap dan ramah pengguna di Desa Pete.

