

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi referensi teori, konsep, dan penelitian terdahulu yang menjadi dasar dan acuan dalam penyusunan penelitian ini. Beberapa sumber literatur yang relevan dijelaskan sebagai berikut:

2.1.1 BERT

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) adalah teknik pra-pelatihan berbasis jaringan saraf yang digunakan dalam Natural Language Processing (NLP) untuk membantu komputer memahami bahasa manusia secara lebih akurat. Dalam konteks pembuatan chatbot sistem layanan informasi, BERT digunakan untuk memahami konteks dan makna dari teks yang diinputkan pengguna, sehingga chatbot dapat memberikan respon yang relevan dan tepat sasaran. (Nurul Afifa, 2023)

BERT memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memahami konteks dan hubungan antar kata dalam sebuah kalimat secara menyeluruh, sehingga menjadikannya salah satu model yang efektif dalam pengembangan chatbot. Tidak hanya digunakan untuk memahami pertanyaan dari pengguna yang bervariasi dalam struktur dan gaya bahasa, BERT juga mampu meningkatkan akurasi chatbot dalam memberikan tanggapan yang sesuai secara makna. Dalam sebuah studi yang mengembangkan chatbot untuk layanan perpustakaan, implementasi BERT terbukti

dapat menghasilkan respons yang relevan dengan pertanyaan pengguna serta menunjukkan performa semantik yang baik dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan umum seputar informasi layanan akademik.(Qaulan, n.d.)

2.1.1.1 Definisi dan Komponen BERT

BERT dirancang untuk memahami makna kata dalam konteks kalimat secara dua arah, yaitu dari kiri ke kanan dan dari kanan ke kiri secara bersamaan (bidirectional). Hal ini membuat BERT unggul dalam memahami hubungan semantik antar kata dalam sebuah kalimat atau dokumen.

Model ini dilatih menggunakan dua strategi utama:

- A. Masked Language Modeling (MLM):** Beberapa kata dalam kalimat disembunyikan (masked), lalu model dilatih untuk memprediksi kata yang hilang berdasarkan konteks sekitarnya.
- B. Next Sentence Prediction (NSP):** Model mempelajari hubungan antar dua kalimat dengan menebak apakah satu kalimat mengikuti kalimat lainnya.

Komponen Utama dalam BERT:

- A. Token Embedding :** Mengubah setiap kata atau sub-kata dalam input menjadi representasi vektor numerik.
- B. Segment Embedding :** Memberi informasi kepada model mengenai perbedaan antara dua segmen atau kalimat dalam satu input, khususnya berguna pada tugas seperti NSP.

C. Position Embedding : Karena Transformer tidak memiliki arsitektur sekuensial seperti RNN, position embedding ditambahkan untuk memberikan informasi urutan kata dalam kalimat.

D. Encoder Layers : Terdiri dari beberapa lapisan Transformer encoder, setiap layer memiliki dua sub-komponen utama: self-attention dan feed-forward neural network.

E. Self-Attention Mechanism : Komponen penting yang memungkinkan model fokus pada kata-kata penting dalam kalimat saat memahami makna dari sebuah kata.

2.1.1.2 Fungsi dan Penerapan BERT

Fungsi utama BERT dalam konteks pembuatan chatbot sistem layanan informasi adalah untuk memahami pertanyaan pengguna secara kontekstual dan memberikan respons yang relevan dan akurat. BERT mampu mengidentifikasi hubungan antar kata dalam kalimat dari kedua arah (kiri ke kanan dan kanan ke kiri), sehingga meningkatkan kemampuan chatbot dalam memahami maksud pengguna secara lebih mendalam.

Penerapan BERT dalam penelitian ini menunjukkan bahwa model tersebut digunakan untuk menginterpretasi dan merespons percakapan pengguna dengan tingkat akurasi yang tinggi, meskipun masih terdapat keterbatasan dataset yang mempengaruhi keberhasilan chatbot dalam menjawab semua pertanyaan secara tepat.

(Sofyan et al., n.d.)

2.1.1.3 Tantangan dalam Implementasi BERT

Tantangan dalam implementasi BERT dalam konteks pembuatan chatbot sistem layanan informasi meliputi kompleksitas model yang membutuhkan sumber daya komputasi yang besar, serta kebutuhan data pelatihan yang cukup banyak untuk mencapai akurasi yang optimal. Selain itu, BERT juga dapat mengalami kesulitan dalam memahami konteks yang sangat spesifik atau bahasa yang tidak baku, sehingga memerlukan penyesuaian dan fine-tuning yang tepat agar hasilnya sesuai dengan kebutuhan sistem layanan informasi (Nurul Afifa, 2023)

2.1.2 Natural Language Processing (NLP)

NLP (Natural Language Processing) adalah cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk memahami, menginterpretasikan, dan merespon bahasa manusia secara alami. Dalam pengembangan chatbot layanan sistem informasi di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, NLP digunakan sebagai teknologi inti untuk menangkap maksud dari setiap pertanyaan pengguna, meskipun disampaikan dengan gaya bahasa yang berbeda-beda. Dengan memanfaatkan NLP, sistem dapat menyesuaikan diri terhadap variasi penggunaan bahasa, sehingga mampu memberikan jawaban yang relevan terhadap kebutuhan informasi akademik pengguna.

NLP memiliki kemampuan dalam menganalisis struktur kalimat dan memahami konteks percakapan secara menyeluruh. Teknologi ini memungkinkan chatbot untuk mengenali kata kunci penting, menyimpulkan maksud tersembunyi dalam input teks, serta merespon dengan bahasa yang lebih alami dan tepat sasaran. Dalam

implementasinya pada layanan informasi akademik, NLP terbukti mampu meningkatkan efektivitas komunikasi antara sistem dan pengguna, serta mendukung penyampaian informasi secara lebih cepat dan efisien dibandingkan metode konvensional. (Mustaqim et al., 2023)

2.1.2.1 Definisi dan komponen NLP

Natural Language Processing (NLP) memiliki beberapa bagian penting yang bekerja secara berurutan untuk membantu komputer memahami bahasa manusia.:

- A. Tokenisasi: Proses memecah kalimat menjadi bagian-bagian kecil seperti kata atau frasa agar lebih mudah diproses.
- B. Stemming dan Lemmatization: Mengubah kata ke bentuk dasarnya untuk analisis lebih lanjut.
- C. Part-of-Speech Tagging: Menentukan jenis kata, seperti kata benda, kata kerja, atau kata sifat.

Dengan tahapan-tahapan ini, sistem bisa lebih mudah memahami maksud dan konteks dari pertanyaan pengguna, sehingga chatbot dapat memberikan jawaban yang lebih akurat dan sesuai.

2.1.2.2 Fungsi dan Penerapan NLP

NLP (Natural Language Processing) berfungsi sebagai komponen utama dalam sistem chatbot untuk menjembatani komunikasi antara manusia dan mesin. Teknologi ini memungkinkan komputer memahami bahasa manusia secara alami, termasuk dalam

bentuk teks yang tidak selalu baku. Dalam pengembangan chatbot layanan sistem informasi di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, NLP digunakan untuk mengidentifikasi maksud pengguna, mengenali kata kunci penting, serta menginterpretasi struktur kalimat yang beragam. Fungsi ini sangat penting agar chatbot tidak hanya mencocokkan kata, tetapi juga memahami konteks dan memberikan jawaban yang sesuai dengan kebutuhan informasi pengguna.

Penerapan NLP dalam pengembangan chatbot dilakukan dengan membangun sistem yang dapat merespons pertanyaan secara otomatis berdasarkan informasi yang tersimpan dalam dataset. Melalui NLP, chatbot dapat menanggapi input pengguna yang memiliki variasi gaya penulisan, bahkan dengan kemungkinan adanya kesalahan ketik. Dalam studi sebelumnya, sistem yang menggunakan NLP terbukti efektif menjawab pertanyaan seputar informasi akademik. Walaupun masih terdapat keterbatasan pada tipe input yang tidak sesuai pola atau belum terpetakan, teknologi NLP tetap menjadi pondasi utama dalam meningkatkan kualitas interaksi chatbot. (Valent et al., 2025)

2.1.2.3 Tantangan dalam Implementasi NLP

Penerapan Natural Language Processing (NLP) dalam pengembangan chatbot layanan sistem informasi di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada menghadapi sejumlah tantangan, terutama dalam memahami keragaman bahasa alami yang digunakan oleh pengguna. Chatbot sering kali kesulitan menginterpretasi pertanyaan yang disampaikan dengan gaya bahasa informal, penggunaan singkatan, atau kesalahan pengetikan. Tantangan ini diperparah dengan terbatasnya data pelatihan yang

mencerminkan variasi bahasa yang umum digunakan oleh mahasiswa, sehingga dapat mengurangi akurasi respons yang diberikan. Selain itu, proses pelabelan data dan penyusunan model NLP yang sesuai memerlukan keahlian teknis serta waktu yang tidak sedikit. Maka dari itu, dibutuhkan strategi pengelolaan data yang baik dan proses evaluasi berkelanjutan agar sistem dapat terus beradaptasi dan meningkatkan kualitas interaksi dengan pengguna. (Mustaqim et al., 2023)

2.1.3 Chatbot

Chatbot, yang juga dikenal sebagai chatterbots, adalah sistem yang dirancang untuk menyimulasikan percakapan manusia secara otomatis. Chatbot berfungsi sebagai asisten online yang dapat membantu melengkapi dan menggantikan layanan yang biasanya disediakan oleh manusia, seperti menjawab pertanyaan dan memberikan informasi secara cepat dan efisien. (Elysia & Herianto, 2024)

2.1.4 Layanan Sistem Informasi

Layanan Sistem informasi dalam konteks pembuatan chatbot merujuk pada sebuah sistem yang dirancang untuk menyediakan informasi secara cepat, akurat, dan efisien kepada pengguna melalui interaksi berbasis percakapan. Chatbot berfungsi sebagai media yang mampu memahami dan merespons pertanyaan pengguna dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan, khususnya Natural Language Processing (NLP), sehingga dapat memberikan layanan informasi yang relevan sesuai kebutuhan pengguna. (Rizky Suherlan & Pambudi, 2023)

2.1.5 Pemodelan Sistem Uml

Pemodelan sistem UML adalah cara untuk menggambarkan bagaimana sebuah sistem perangkat lunak akan dibuat. UML (Unified Modeling Language) menggunakan simbol-simbol standar agar kita bisa melihat struktur, alur kerja, dan hubungan antara bagian-bagian dalam sistem. Dengan menggunakan UML, perancang sistem bisa lebih mudah memahami apa saja yang dibutuhkan sistem dan membuat rancangan yang jelas. UML menyediakan berbagai jenis diagram yang membantu dalam proses perancangan sistem, seperti Use Case Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram, dan Class Diagram.


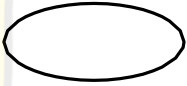

Diagram UML yang digunakan mencakup Use Case Diagram untuk menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem, Activity Diagram untuk menunjukkan alur aktivitas, Sequence Diagram untuk memodelkan interaksi antar objek berdasarkan waktu, dan Class Diagram untuk mendeskripsikan struktur kelas dalam sistem. (Wayahdi & Ruziq, 2023)

2.1.5.1 Usecase

Use case diagram merupakan alat yang digunakan dalam proses pengembangan sistem untuk menjelaskan koneksi antara aktor, yang merupakan pengguna sistem, dan fungsi-fungsi utama di dalamnya. Diagram ini menunjukkan keterlibatan pihak luar dengan sistem serta berfungsi untuk menggambarkan bagaimana sistem beroperasi dari perspektif pengguna. Use case mendeskripsikan fungsi-fungsi yang ditawarkan oleh sistem dan hasil akhir yang dapat dirasakan oleh aktor. Sementara itu, aktor adalah

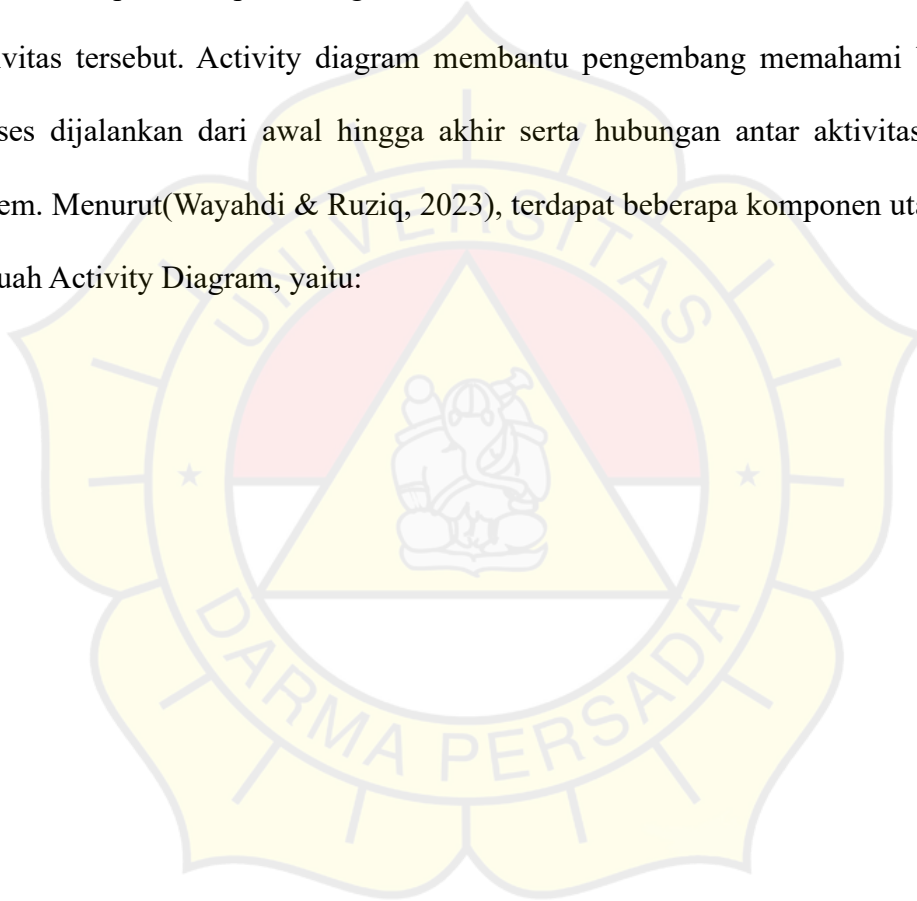
entitas yang melakukan interaksi dengan sistem, yang bisa berupa pengguna atau sistem lainnya. Menurut (Wayahdi & Ruziq, 2023) terdapat beberapa komponen utama dalam sebuah Use Case Diagram, yaitu:

Tabel 2. 1 Use Case Diagram


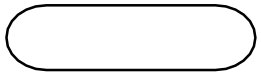

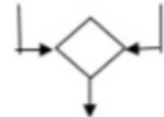


Nama Komponen	Kegunaan / Fungsi	Notasi / Simbol
<i>Actor</i>	Aktor adalah entitas eksternal yang berinteraksi langsung dengan sistem. Aktor bisa berupa pengguna manusia, sistem lain, atau perangkat eksternal yang berperan dalam proses bisnis sistem.	
<i>Use Case</i>	Use Case menggambarkan fungsi atau layanan yang diberikan sistem kepada aktor. Contohnya dalam sistem chatbot adalah "Mengajukan Pertanyaan" dan "Menerima Jawaban dari Chatbot".	
<i>Association</i>	Merupakan hubungan antara aktor dengan use case. Digambarkan dengan garis lurus yang menghubungkan aktor ke use case yang digunakannya.	
<i>Include</i>	Simbol yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan atau relasi antara dua use case	<<include>>
<i>Extend</i>	Simbol yang digunakan untuk menambahkan use case tambahan ke sebuah use case	<<extend>>

2.1.5.2 Activity Diagram

Activity diagram merupakan salah satu jenis diagram dalam UML yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau proses bisnis dalam sistem. Diagram ini berfungsi untuk memperlihatkan urutan aktivitas yang terjadi dalam sistem, termasuk keputusan, percabangan, serta aliran data dan kontrol di antara aktivitas-aktivitas tersebut. Activity diagram membantu pengembang memahami bagaimana proses dijalankan dari awal hingga akhir serta hubungan antar aktivitas di dalam sistem. Menurut (Wayahdi & Ruziq, 2023), terdapat beberapa komponen utama dalam sebuah Activity Diagram, yaitu:



Tabel 2. 2 Activity Diagram

Nama Komponen	Kegunaan / Fungsi	Notasi / Simbol
<i>Initial Node</i>	Merupakan simbol yang menunjukkan awal dari alur aktivitas. Digambarkan dengan lingkaran hitam kecil sebagai titik mula proses.	
<i>Activity</i>	Mewakili suatu tindakan atau proses yang dilakukan dalam sistem. Dalam konteks chatbot, contoh aktivitas adalah "Memproses Pertanyaan Pengguna" atau "Menampilkan Jawaban".	
<i>Decision Node</i>	Menunjukkan titik di mana alur bercabang berdasarkan suatu kondisi. Digambarkan dengan simbol berbentuk belah ketupat. Contohnya: "Pertanyaan Valid?" bisa bercabang ke dua arah: Ya atau Tidak.	
<i>Merge Node</i>	Digunakan untuk menggabungkan beberapa alur menjadi satu jalur tunggal setelah percabangan.	
<i>Control Flow</i>	Garis panah yang menghubungkan satu aktivitas ke aktivitas lainnya, menunjukkan urutan eksekusi dari proses.	
<i>End State</i>	Menandakan akhir dari seluruh proses aktivitas. Digambarkan dengan lingkaran hitam besar dengan lingkaran putih di dalamnya.	

2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait dan yang relevan dengan topik “Pengembangan Chatbot Layanan Sistem Informasi Menggunakan Natural Language Processing dan BERT di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada ” Berikut beberapa paper penelitiannya:

2.2.1 Paper 1

Penelitian yang di lakukan oleh (Nurul Afifa, 2023) Berjudul “Implementasi NLP Pada Chatbot Layanan Akademik Dengan Algoritma Bert” yang dipublikasikan pada tanggal 1 Februari 2023 dalam jurnal e-Proceeding of Engineering

2.2.1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem chatbot layanan informasi yang mampu memberikan respon yang akurat dan relevan terhadap pertanyaan pengguna dengan memanfaatkan algoritma BERT. Penggunaan BERT bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konteks dan arti dari teks yang diinputkan pengguna, sehingga chatbot dapat menjawab pertanyaan secara efektif dan efisien

2.2.1.2 Metodologi yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan pendekatan Natural Language Processing (NLP) yang dipadukan dengan algoritma BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers). Proses dimulai dengan pengumpulan data berupa pertanyaan-pertanyaan umum yang sering diajukan oleh mahasiswa kepada layanan akademik. Data tersebut kemudian diproses melalui tahap pra-pemrosesan, seperti pembersihan tanda baca, normalisasi huruf, penghapusan kata umum (stopwords), dan tokenisasi.

Setelah itu, setiap data pertanyaan diberi label sesuai dengan kategori jawabannya untuk keperluan pelatihan model. Model BERT kemudian dilatih menggunakan data yang telah diproses dan diberi label tersebut. Setelah pelatihan, dilakukan tahap pengujian dan evaluasi untuk menilai kinerja chatbot dalam menjawab pertanyaan, dengan mengukur tingkat akurasi, presisi, dan recall. Terakhir, chatbot diintegrasikan ke dalam sistem layanan informasi akademik guna memudahkan mahasiswa dalam mengakses informasi secara otomatis dan responsif.

2.2.1.3 Temuan Utama

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem chatbot yang dikembangkan menggunakan algoritma BERT dan framework RASA mampu memberikan respon yang relevan dan akurat terhadap pertanyaan pengguna, dengan tingkat akurasi mencapai sekitar 85% berdasarkan pengujian Non-Response-Rate. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi BERT dalam sistem chatbot efektif dalam memahami konteks dan makna dari teks input, sehingga meningkatkan performa sistem dalam menjawab berbagai pola kalimat secara otomatis dan efisien

2.2.1.4 Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan algoritma BERT dengan framework RASA mampu meningkatkan kemampuan chatbot dalam memahami konteks dan makna dari pertanyaan pengguna, sehingga dapat memberikan respon yang relevan dan akurat. Sistem yang dikembangkan mencapai tingkat akurasi

sekitar 85% berdasarkan pengujian Non-Response-Rate, menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam membangun sistem layanan informasi yang responsif dan efisien

2.2.2 Paper 2

Penelitian yang dilakukan oleh (Mohammad Luqi, 2024) Berjudul “Sistem Chatbot Sebagai Layanan Tugas Akhir Program Studi Teknik Informatika UNISSULA Menggunakan Metode Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)

2.2.2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengembangkan sistem chatbot untuk layanan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Informatika UNISSULA yang mampu memberikan informasi secara otomatis dan sesuai kepada mahasiswa. Chatbot ini dirancang untuk menjawab berbagai pertanyaan yang berhubungan dengan Tugas Akhir, berdasarkan data yang ada dalam buku panduan Tugas Akhir. Dengan kehadiran sistem ini, diharapkan dapat mempercepat dan mempermudah mahasiswa dalam mendapatkan informasi yang diperlukan, sehingga proses pencarian informasi menjadi lebih efektif dan tidak membebani layanan administrasi secara manual.

2.2.2.2 Metodologi yang Digunakan

Metodologi yang diadopsi dalam penelitian ini adalah penerapan Natural Language Processing (NLP) yang digabung dengan model Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT), terkhusus varian IndoBERT yang telah dimodifikasi untuk bahasa Indonesia. Pendekatan ini digunakan untuk membuat sistem

chatbot yang bisa memahami pertanyaan pengguna dan memberikan jawaban yang sesuai dengan konteks secara otomatis. Implementasi metodologi ini dilakukan melalui beberapa langkah. Pertama, data dikumpulkan berupa pertanyaan dan jawaban yang berasal dari buku panduan Tugas Akhir Program Studi Teknik Informatika UNISSULA. Data tersebut kemudian diproses melalui langkah-langkah pra-pemrosesan termasuk pembersihan teks, tokenisasi, pelabelan data, dan konversi ke dalam format numerik yang dapat dipahami oleh model BERT. Selanjutnya, data dilatih menggunakan model IndoBERT untuk menghasilkan representasi yang mendalam dan kontekstual dari teks. Setelah proses pelatihan selesai, model diintegrasikan ke dalam aplikasi chatbot berbasis web memakai framework seperti Streamlit. Chatbot ini kemudian diuji dengan masukan dari pengguna untuk memastikan kemampuannya dalam memahami serta menjawab pertanyaan secara akurat. Dengan menggunakan metodologi ini, chatbot diharapkan bisa memberikan respons yang segera, tepat, dan relevan terhadap pertanyaan mahasiswa terkait Tugas Akhir.

2.2.2.3 Temuan Utama

Penelitian ini berhasil menciptakan chatbot untuk layanan Tugas Akhir yang memanfaatkan IndoBERT dan secara otomatis dapat memberikan jawaban yang relevan kepada mahasiswa. Chatbot ini menunjukkan performa yang baik dalam menangkap konteks pertanyaan dalam bahasa Indonesia dan memberikan respons yang tepat berdasarkan panduan buku. Di samping itu, kombinasi dengan antarmuka web

membuat mahasiswa lebih mudah dalam mendapatkan informasi akademik secara cepat dan efisien.

2.2.2.4 Kesimpulan Penelitian

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan model IndoBERT dalam sistem chatbot dapat meningkatkan ketepatan dan relevansi dalam menjawab pertanyaan terkait Tugas Akhir. Chatbot yang dirancang terbukti efektif dalam memahami bahasa sehari-hari dan menyediakan respons yang sesuai dengan kebutuhan informasi dari mahasiswa. Melalui pengujian dan umpan balik dari pengguna, chatbot ini dinilai berkontribusi dalam mempercepat akses informasi akademik dan mempermudah komunikasi antara mahasiswa dengan pihak program studi.

2.2.3 Paper 3

Penelitian yang dilakukan oleh (M. Erlangga Fauzi & Tata Sutabri, 2025) berjudul “PublicTalk: Sistem Chatbot Pintar Berbasis Natural Language Processing untuk Layanan Pemerintahan Digital” yang dipublikasikan pada tanggal 2 April 2025 dalam Jurnal Sains Student Research

2.2.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, menciptakan, dan menilai sebuah sistem chatbot cerdas yang berbasis pada Pemrosesan Bahasa Alami dengan memanfaatkan model BERT (IndoBERT) untuk mendukung layanan publik digital. Sistem ini dirancang untuk memperbaiki pemahaman terhadap bahasa alami,

meningkatkan ketepatan tanggapan, meningkatkan kemudahan penggunaan, dan memberikan kontribusi dalam meningkatkan mutu layanan kepada masyarakat.

2.2.3.2 Metodologi yang Digunakan

Pengembangan chatbot PublicTalk menggunakan metode Agile serta pendekatan R&D. Metode Agile memungkinkan pengembangan yang dilakukan secara bertahap dan responsif terhadap perubahan serta umpan balik dari pengguna. Di sisi lain, pendekatan R&D diterapkan untuk mengadaptasi teknologi NLP terbaru, seperti BERT dan IndoBERT, agar sesuai dengan kebutuhan layanan publik yang ada. Penerapannya dimulai dari analisis kebutuhan pengguna, pengumpulan data teks bahasa Indonesia, perancangan sistem chatbot, pelatihan model menggunakan BERT/IndoBERT, hingga integrasi dan pengujian sistem. Setelah diuji, chatbot diimplementasikan pada platform yang ramah pengguna, dan performanya terus dipantau serta disempurnakan secara berkala. Metodologi ini memungkinkan pengembangan chatbot yang adaptif, akurat, dan efisien dalam mendukung layanan publik digital.

2.2.3.3 Temuan Utama

Temuan utama dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem chatbot PublicTalk berbasis NLP, khususnya model BERT/IndoBERT, mampu memahami bahasa Indonesia secara akurat dengan tingkat keberhasilan pengenalan maksud (intent recognition) sebesar 91,2% dan ekstraksi entitas sebesar 88,5%. Selain itu, sistem ini memiliki waktu respons rata-rata 1,2 detik dan tingkat kepuasan pengguna mencapai

4,4 dari skala 5, yang menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan layanan pemerintahan digital dan memudahkan akses masyarakat terhadap informasi publik

2.2.3.4 Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem chatbot PublicTalk berbasis NLP, khususnya model BERT/IndoBERT, mampu memahami bahasa Indonesia secara akurat menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan layanan pemerintahan digital dan memudahkan akses masyarakat terhadap informasi publik.

