

## ARSITEKTUR CHATBOT UNTUK KONSULTASI AKADEMIK DENGAN PENDEKATAN NLP TRANSFORMER

Fajri Profesio Putra<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis  
E-mail: fajri@polbeng.ac.id

### Abstract

Layanan konsultasi akademik di perguruan tinggi sering kali menghadapi tantangan seperti keterbatasan waktu operasional dan beban kerja staf yang tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang arsitektur chatbot berbasis pendekatan Natural Language Processing (NLP) Transformer untuk mendukung konsultasi akademik yang efisien dan mudah diakses. Menggunakan pendekatan Design Science Research, penelitian ini melibatkan analisis kebutuhan, identifikasi komponen arsitektur, dan pengembangan rancangan sistem. Arsitektur yang dihasilkan mencakup antarmuka pengguna, modul pemrosesan bahasa berbasis NLP Transformer, basis pengetahuan, dan sistem backend yang terintegrasi dengan sistem informasi akademik (SIA) kampus. Rancangan ini mendukung bahasa Indonesia dan memungkinkan akses informasi real-time, seperti jadwal kuliah dan peraturan akademik, dengan operasional 24/7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur ini menawarkan efisiensi, aksesibilitas, dan fleksibilitas untuk kebutuhan kampus Indonesia. Penelitian ini memberikan panduan desain bagi pengembangan chatbot akademik dan merekomendasikan pembuatan prototipe serta pengujian dengan pengguna nyata sebagai langkah lanjutan.

**Keywords:** *Chatbot, konsultasi akademik, NLP Transformer, arsitektur sistem, pendidikan.*

### PENDAHULUAN

Pada era digital saat ini, perguruan tinggi dituntut menyediakan layanan konsultasi akademik yang **efisien**, **fleksibel**, dan dapat diakses **kapan saja**. Mahasiswa membutuhkan akses bimbingan akademik secara instan, bahkan di luar jam operasional kampus. Namun, layanan konsultasi konvensional umumnya terbatas oleh jam kerja dan kehadiran fisik staf, sehingga pertanyaan mahasiswa di luar waktu tersebut sering terpaksa menunggu hingga jam layanan berikutnya. Kondisi ini menimbulkan keterlambatan respon dan menurunkan kualitas pelayanan, sembari meningkatkan beban kerja staf akademik yang harus menangani pertanyaan serupa secara berulang. Selain itu, penyediaan informasi melalui sistem akademik yang ada kerap kurang praktis; misalnya, sistem informasi akademik berbasis web mengharuskan mahasiswa mengakses lewat peramban di komputer atau ponsel, padahal mahasiswa lebih sering memanfaatkan smartphone untuk kebutuhan sehari-hari. Realitas ini menunjukkan perlunya solusi inovatif untuk menghadirkan layanan konsultasi akademik yang lebih **responsif** dan tersedia **24/7** bagi mahasiswa.

Berkembangnya teknologi *chatbot* berbasis kecerdasan buatan memberikan alternatif untuk mengatasi kendala layanan konvensional tersebut. Chatbot merupakan program komputer yang dirancang untuk mensimulasikan percakapan manusia secara otomatis dalam bentuk teks maupun suara. Dalam konteks pendidikan tinggi, chatbot dipandang sebagai inovasi penting yang dapat menjembatani kesenjangan antara kemajuan teknologi dan kebutuhan layanan akademik. Penerapan chatbot sebagai asisten virtual memungkinkan institusi menjawab berbagai pertanyaan mahasiswa secara cepat tanpa memerlukan interaksi langsung dengan petugas. Beberapa keunggulan utama chatbot adalah ketersediaan layanan sepanjang waktu (24/7) yang membuat mahasiswa dapat memperoleh jawaban kapan pun diperlukan, serta kemampuan merespons pertanyaan dengan cepat sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi waktu tunggu pengguna. Selain itu, satu chatbot dapat melayani banyak pengguna secara bersamaan tanpa penurunan kinerja, sehingga skala layanan dapat ditingkatkan tanpa menambah beban kerja staf secara signifikan. Informasi yang diberikan chatbot pun konsisten dan akurat untuk semua penanya, mengurangi potensi kesalahan atau perbedaan jawaban yang mungkin terjadi dalam layanan manual. Karena pengetahuannya dapat difokuskan pada domain tertentu, chatbot sangat efektif menjawab pertanyaan-pertanyaan umum yang berulang (FAQ) dalam lingkup akademik dengan respons cepat dan seragam. Dengan beroperasi di platform percakapan (misalnya aplikasi chat mobile), chatbot menawarkan fleksibilitas tinggi dan mudah diakses oleh mahasiswa melalui perangkat yang mereka gunakan sehari-hari.

Agar mampu memahami pertanyaan berbahasa alami dari pengguna, chatbot memanfaatkan teknologi *Natural Language Processing* (NLP). NLP memungkinkan komputer menganalisis input teks berbahasa manusia (termasuk Bahasa Indonesia) dan meresponsnya secara kontekstual. Dalam pengembangan chatbot, NLP berperan mengenali pola bahasa serta maksud (intent) dari pertanyaan pengguna, sehingga sistem dapat memberikan jawaban yang relevan sesuai kebutuhan informasi tersebut. Kemajuan terkini di bidang NLP ditandai dengan hadirnya model *Transformer* yang sangat meningkatkan kemampuan pemahaman bahasa alami oleh mesin. Model jaringan saraf modern seperti **BERT** dan **GPT** (Generative Pre-trained Transformer) telah terbukti mampu membuat chatbot memahami bahasa manusia secara lebih mendalam dan memberikan jawaban yang lebih natural serta kontekstual. Dengan dukungan model berbasis Transformer, chatbot dapat menangani pertanyaan berbahasa Indonesia yang kompleks dengan lebih baik, karena model ini dilatih untuk memahami konteks kalimat secara dua arah layaknya manusia. Hal ini

membuka peluang pengembangan chatbot akademik yang mampu mengerti berbagai variasi pertanyaan mahasiswa beserta konteksnya, sesuatu yang sulit ditangani oleh sistem tanya-jawab sederhana berbasis pencocokan kata kunci.

Terlepas dari potensi di atas, implementasi chatbot untuk konsultasi akademik di Indonesia masih perlu dirancang secara cermat agar sesuai dengan karakteristik bahasa dan ekosistem pendidikan lokal. Integrasi chatbot dengan **sistem informasi akademik** kampus menjadi kunci untuk menyediakan informasi yang akurat dan terkini secara otomatis – misalnya, chatbot yang terhubung ke basis data akademik dapat langsung memberikan info jadwal kuliah, nilai mahasiswa, atau prosedur akademik lainnya saat dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang arsitektur chatbot layanan konsultasi akademik dengan memanfaatkan pendekatan NLP berbasis Transformer. Chatbot yang diusulkan akan mendukung interaksi dalam **Bahasa Indonesia** dan terintegrasi dengan sistem informasi akademik universitas, sehingga mampu menyediakan layanan konsultasi akademik virtual yang **responsif, fleksibel**, dan tersedia **24/7**. Melalui rancangan ini, diharapkan keterbatasan layanan konvensional dapat diatasi, dan mahasiswa dapat memperoleh informasi serta bimbingan akademik secara lebih mudah dan cepat kapan pun diperlukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan **Design Science Research (DSR)** untuk merancang artefak berupa arsitektur chatbot layanan konsultasi akademik berbasis *Natural Language Processing* (NLP) Transformer. Metode DSR dipilih karena sesuai untuk pengembangan solusi teknologi yang berfokus pada kebutuhan praktis di perguruan tinggi. Proses penelitian dibagi menjadi tiga tahapan utama: **analisis kebutuhan, identifikasi komponen arsitektur**, dan **pengembangan rancangan arsitektur**. Setiap tahapan dirancang agar hasil rancangan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lingkungan kampus Indonesia serta dapat terintegrasi dengan sistem informasi akademik (SIA) yang sudah ada.

1. **Analisis Kebutuhan** – Tahap awal ini bertujuan memahami jenis layanan konsultasi akademik yang diperlukan oleh pengguna (mahasiswa, dosen, dan staf akademik). Analisis dilakukan melalui studi literatur dan peninjauan dokumen akademik untuk mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan umum seputar akademik, misalnya jadwal kuliah, persyaratan kelulusan, informasi kurikulum, dan prosedur bimbingan akademik. Selain itu, analisis kebutuhan teknis juga dilakukan, termasuk dukungan penuh terhadap **bahasa Indonesia** sebagai bahasa utama interaksi dan kemampuan

integrasi chatbot dengan SIA kampus untuk menyediakan informasi secara real-time. Hasil dari tahap ini adalah daftar kebutuhan fungsional (misalnya kemampuan chatbot memahami pertanyaan bahasa alami dan memberikan jawaban akurat) serta kebutuhan non-fungsional (misalnya aksesibilitas layanan 24/7 dan kemudahan penggunaan antarmuka).

2. **Identifikasi Komponen Arsitektur** – Berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi, komponen utama arsitektur chatbot dirumuskan untuk memastikan sistem dapat berfungsi secara efektif. Komponen-komponen tersebut meliputi:
  - **Antarmuka Pengguna:** Platform interaksi bagi pengguna (misalnya aplikasi web atau platform pesan instan seperti WhatsApp/Telegram) yang memungkinkan mahasiswa dan staf mengajukan pertanyaan dalam bahasa Indonesia. Antarmuka dirancang intuitif dan user-friendly, mendukung bahasa formal maupun non-formal yang lazim digunakan.
  - **Modul Pemrosesan Bahasa:** Modul *NLP Transformer* yang bertugas memahami teks pertanyaan pengguna dan menghasilkan respon yang relevan. Modul ini dioptimalkan untuk menangani variasi bahasa Indonesia, termasuk penggunaan istilah sehari-hari atau gaya bahasa informal mahasiswa, sehingga chatbot dapat memahami maksud pertanyaan dengan baik.
  - **Basis Pengetahuan:** Repositori informasi akademik yang menjadi sumber jawaban chatbot, mencakup data kurikulum, peraturan akademik, jadwal kuliah, FAQ kampus, dan informasi relevan lainnya. Basis pengetahuan ini harus terus diperbarui agar jawaban yang diberikan selalu akurat dan terkini.
  - **Sistem Backend dan Integrasi SIA:** Komponen backend yang menghubungkan chatbot dengan SIA kampus dan layanan pendukung lainnya. Backend ini mengatur logika alur tanya-jawab, mengelola sesi percakapan, serta memastikan chatbot dapat mengambil data real-time (misalnya status pendaftaran matakuliah, nilai, atau jadwal terbaru) dari sistem akademik yang sudah ada.
3. **Pengembangan Rancangan Arsitektur** – Pada tahap ini, seluruh komponen yang telah diidentifikasi diintegrasikan ke dalam suatu rancangan arsitektur yang koheren. Rancangan dibuat dalam bentuk diagram alur sistem yang memvisualisasikan interaksi antara pengguna, antarmuka, modul NLP, basis pengetahuan, dan backend.

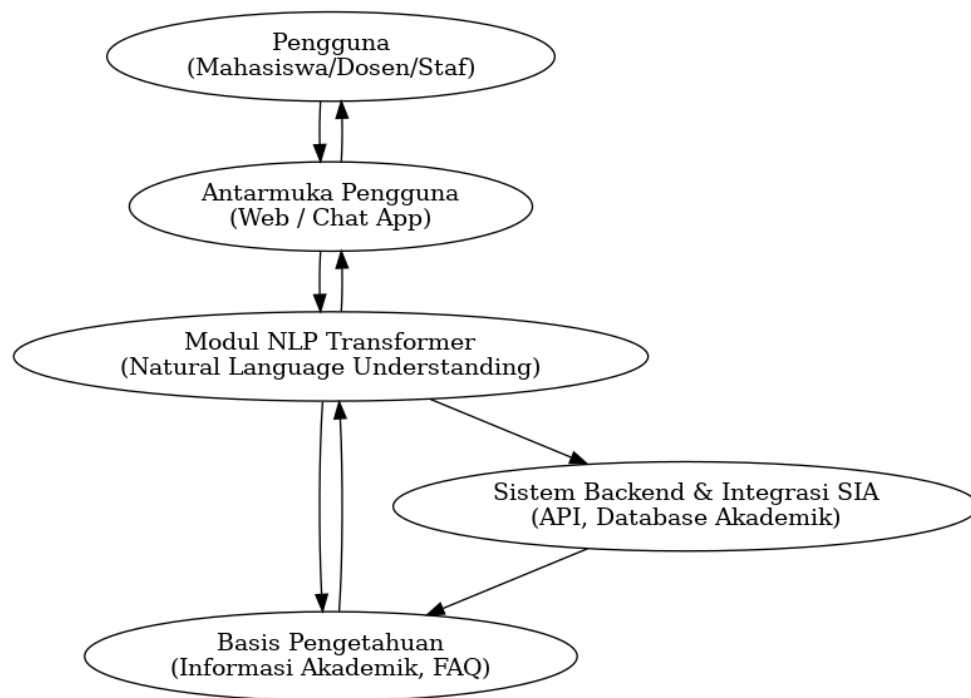


Diagram tersebut (Gambar 1) menggambarkan proses mulai dari pengguna mengajukan pertanyaan hingga menerima jawaban. Sebagai contoh alur: *Pengguna mengirim pertanyaan melalui antarmuka → Modul NLP Transformer memproses dan memahami pertanyaan → Basis Pengetahuan mengambil informasi akademik yang relevan → Sistem Backend mengoordinasikan pemrosesan dan mengirim respons kembali ke pengguna melalui antarmuka.* Dalam pengembangan rancangan ini, aspek **fleksibilitas** dan **skalabilitas** turut diperhatikan. Arsitektur didesain agar mudah disesuaikan dengan berbagai platform komunikasi (web, mobile, chat app) dan mampu menangani jumlah pengguna yang besar secara bersamaan. Untuk memastikan diagram arsitektur jelas dan informatif, alat bantu seperti Draw.io digunakan dalam pembuatan ilustrasi visualnya.

**Pertimbangan Desain Khusus:** Selama perancangan, beberapa aspek kontekstual diberi penekanan. Pertama, dukungan penuh terhadap **bahasa Indonesia** diperlukan agar interaksi pengguna dengan chatbot terasa natural dan sesuai budaya lokal. Kedua, arsitektur harus **terintegrasi dengan SIA kampus** yang ada, sehingga chatbot dapat mengakses data akademik (contoh: jadwal kuliah, informasi mahasiswa) secara langsung dan real-time. Ketiga, faktor **aksesibilitas** diutamakan dengan merancang chatbot dapat diakses melalui platform yang umum di kalangan mahasiswa (misalnya melalui smartphone dan aplikasi pesan instan). Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, diharapkan rancangan arsitektur

yang dihasilkan benar-benar relevan dengan kebutuhan perguruan tinggi di Indonesia dan mampu meningkatkan efisiensi layanan konsultasi akademik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Hasil – Rancangan Arsitektur Chatbot:** Penelitian ini menghasilkan rancangan arsitektur chatbot untuk layanan konsultasi akademik dengan memanfaatkan teknologi NLP berbasis Transformer. Arsitektur ini dirancang guna memenuhi kebutuhan mahasiswa, dosen, dan staf dalam mengakses informasi akademik seperti jadwal kuliah, kurikulum, persyaratan kelulusan, atau prosedur bimbingan akademik secara cepat dan akurat. Rancangan arsitektur divisualisasikan dalam diagram alur sistem (Gambar 1) yang menunjukkan interaksi antara komponen utama: antarmuka pengguna, modul pemrosesan bahasa, basis pengetahuan, dan sistem backend. Diagram tersebut memberikan ilustrasi jelas mengenai aliran proses dari saat pengguna mengajukan pertanyaan hingga respons diberikan oleh chatbot.

**Komponen Utama Arsitektur:** Empat komponen utama yang membentuk arsitektur chatbot ini adalah sebagai berikut:

1. **Antarmuka Pengguna:** Merupakan platform interaksi (web atau aplikasi chat) yang digunakan pengguna untuk berkomunikasi dengan chatbot. Antarmuka ini mendukung input pertanyaan dalam bahasa Indonesia dan dirancang agar *user-friendly* serta mudah diakses. Dengan antarmuka yang intuitif, pengguna dapat mengetik pertanyaan baik dalam bahasa formal maupun non-formal, dan chatbot akan menafsirkannya dengan tepat.
2. **Modul Pemrosesan Bahasa (NLP Transformer):** Ini adalah inti kecerdasan buatan chatbot yang memproses teks pertanyaan dari pengguna. Modul berbasis arsitektur Transformer ini melakukan pemahaman makna (*natural language understanding*) terhadap input bahasa alami, kemudian menghasilkan respon yang sesuai. Keunggulan teknologi Transformer memastikan modul dapat menangani kompleksitas bahasa Indonesia, termasuk sinonim, konteks kalimat, hingga penggunaan bahasa gaul yang umum di kalangan mahasiswa.
3. **Basis Pengetahuan:** Komponen ini berisi kumpulan data dan informasi akademik yang menjadi rujukan untuk menjawab pertanyaan. Basis pengetahuan mencakup informasi seperti detail program studi, kurikulum, jadwal kuliah, peraturan dan kebijakan akademik, panduan administratif, serta *FAQ* yang sering ditanyakan. Ketika modul NLP sudah memahami pertanyaan pengguna, sistem akan mencari jawaban di

basis pengetahuan ini. Oleh karena itu, basis pengetahuan harus komprehensif dan terawat pembaruannya agar jawaban yang diberikan chatbot selalu valid dan up-to-date.

4. **Sistem Backend (Integrasi SIA):** Backend bertindak sebagai penghubung antar komponen dan pusat logika dari sistem chatbot. Backend ini memastikan bahwa modul NLP dapat mengambil data dari basis pengetahuan maupun SIA kampus bila diperlukan. Misalnya, untuk pertanyaan terkait data personal atau status akademik mahasiswa, backend akan mengambil informasi langsung dari database SIA secara aman. Selain itu, backend mengatur alur tanya-jawab, menangani otentikasi pengguna jika diperlukan, dan mengelola konteks percakapan (untuk percakapan multi-turn). Dengan arsitektur backend yang baik, chatbot dapat beroperasi **real-time** dan terkoordinasi, sehingga pengalaman pengguna menjadi lancar.

**Alur Kerja Sistem:** Secara umum, alur kerja chatbot ini dimulai ketika pengguna mengajukan pertanyaan melalui antarmuka. Pertanyaan tersebut dikirim ke **Modul NLP Transformer**, yang kemudian memproses teks dan menentukan maksud atau inti pertanyaan. Selanjutnya, modul akan **mengambil informasi yang relevan** dari basis pengetahuan (atau dari SIA kampus melalui backend jika pertanyaan terkait data spesifik mahasiswa atau jadwal terkini). Setelah jawaban ditemukan atau disusun, **Sistem Backend** akan mengoordinasikan pengiriman respon kembali ke pengguna melalui antarmuka. Seluruh proses ini berlangsung secara otomatis dalam hitungan detik. Gambar 1 memperjelas alur tersebut, di mana setiap komponen berperan pada tahap tertentu untuk memastikan pertanyaan pengguna dijawab dengan tepat. Integrasi yang erat antara komponen memastikan bahwa sistem bekerja secara **terpadu**: antarmuka memudahkan input/output, modul NLP memahami bahasa, basis pengetahuan menyediakan konten jawaban, dan backend menjembatani semuanya. Dengan alur kerja ini, chatbot dapat memberikan layanan konsultasi akademik yang **cepat, akurat, dan kontekstual** sesuai kebutuhan pengguna.

**Keunggulan Rancangan:** Rancangan arsitektur chatbot ini menawarkan beberapa keunggulan utama bagi layanan konsultasi akademik di perguruan tinggi:

- **Efisiensi:** Chatbot mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan rutin secara otomatis tanpa keterlibatan langsung staf akademik. Hal ini mengurangi beban kerja tenaga kependidikan (dosen atau petugas akademik) dalam menangani pertanyaan yang berulang. Selain itu, respon yang diberikan chatbot terjadi dalam waktu singkat,

sehingga **waktu respons** terhadap pertanyaan mahasiswa menjadi jauh lebih cepat dibandingkan layanan konvensional.

- **Aksesibilitas:** Dengan platform digital yang tersedia **24 jam sehari dan 7 hari seminggu**, mahasiswa dapat mengakses layanan konsultasi kapan saja dan di mana saja. Ini sangat membantu terutama untuk pertanyaan yang muncul di luar jam kerja kantor. Dukungan pada platform pesan instan populer juga meningkatkan keterjangkauan layanan, karena mahasiswa dapat menggunakan perangkat pribadi mereka untuk berkomunikasi dengan chatbot. Layanan yang selalu aktif ini memastikan *availability* informasi akademik secara terus-menerus.
- **Fleksibilitas:** Arsitektur yang dirancang bersifat modular dan dapat diintegrasikan dengan berbagai sistem kampus yang sudah ada. Misalnya, integrasi dengan berbagai jenis SIA atau *database* akademik dapat disesuaikan dengan infrastruktur tiap perguruan tinggi. Selain itu, chatbot dapat dikembangkan lebih lanjut untuk ditempatkan pada berbagai kanal komunikasi (website kampus, aplikasi mobile, atau media sosial kampus). Fleksibilitas ini memungkinkan adopsi yang luas di berbagai institusi dengan kebutuhan dan sumber daya yang berbeda, tanpa perlu merombak arsitektur dari awal.

**Tantangan Potensial:** Meskipun menawarkan keunggulan, implementasi rancangan ini juga disertai beberapa tantangan yang perlu diperhatikan:

- **Pemahaman Bahasa Alami yang Kompleks:** Modul NLP berbasis Transformer perlu dilatih dan dioptimalkan lebih lanjut agar mampu menangani *ragam bahasa* yang digunakan mahasiswa. Bahasa Indonesia sehari-hari bisa mengandung slang, singkatan, atau struktur kalimat tidak baku. Tantangan ini menuntut pengembangan berkelanjutan pada model NLP agar chatbot dapat memahami pertanyaan yang ambigu atau menggunakan bahasa gaul dengan akurasi tinggi.
- **Integrasi Sistem dan Sumber Daya:** Menghubungkan chatbot dengan SIA dan basis pengetahuan kampus membutuhkan infrastruktur TI yang andal. Perguruan tinggi dengan sumber daya terbatas mungkin menghadapi kendala dalam menyiapkan server, *database*, atau API untuk integrasi real-time. Selain itu, aspek keamanan data harus dijaga, terutama jika chatbot mengakses data sensitif milik mahasiswa. Untuk mengatasi hal ini, perlu dipertimbangkan penggunaan layanan *cloud* yang scalable dan aman, atau kerjasama dengan pihak ketiga penyedia teknologi, sehingga sistem dapat menangani lalu lintas tinggi tanpa mengorbankan keamanan maupun kinerja.

Dalam rangka mengurangi dampak tantangan di atas, pengembangan lanjutan disarankan. Misalnya, model NLP Transformer dapat dilengkapi dengan *dataset* bahasa gaul mahasiswa agar pemahamannya kian optimal. Untuk tantangan infrastruktur, opsi penerapan pada *cloud platform* bisa dijajaki karena dapat menyediakan lingkungan yang lebih **skalable** dan mudah dikelola.

**Implikasi dan Pembahasan Lanjutan:** Rancangan arsitektur yang diusulkan ini memiliki implikasi positif sebagai panduan awal bagi perguruan tinggi yang ingin mengembangkan **chatbot akademik** mereka sendiri. Dengan mengikuti komponen dan alur yang telah dijelaskan, institusi dapat menyesuaikan detail implementasi sesuai kebutuhan spesifik kampus masing-masing. Arsitektur ini juga cukup fleksibel untuk diperluas dengan fitur tambahan di masa depan. Sebagai contoh, bisa ditambahkan modul **personalisasi**, sehingga chatbot dapat memberikan jawaban yang disesuaikan dengan profil atau riwayat akademik pengguna (misalnya memberikan saran mata kuliah berdasarkan nilai sebelumnya). Fitur **multibahasa** juga dapat diterapkan apabila kampus memiliki banyak mahasiswa internasional, sehingga chatbot mampu berkomunikasi tidak hanya dalam bahasa Indonesia tetapi juga bahasa asing tertentu. Keseluruhan rancangan ini merupakan *fondasi yang kuat* untuk pembangunan prototipe nyata. Langkah selanjutnya yang direkomendasikan adalah mengimplementasikan prototipe chatbot berdasarkan arsitektur ini dan melakukan **pengujian langsung dengan pengguna** di lingkungan kampus. Hal tersebut akan memberikan umpan balik empiris mengenai kinerja chatbot, tingkat kepuasan pengguna, serta area yang perlu ditingkatkan lebih lanjut.

## SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan arsitektur chatbot berbasis NLP Transformer untuk mendukung layanan konsultasi akademik di perguruan tinggi. Arsitektur yang diusulkan mengintegrasikan empat komponen utama – antarmuka pengguna, modul pemrosesan bahasa alami, basis pengetahuan akademik, dan sistem backend terintegrasi SIA – sehingga mampu menyediakan layanan tanya-jawab informasi akademik secara **cepat, akurat, dan kontekstual**. Rancangan ini disusun khusus dengan mempertimbangkan konteks kampus di Indonesia, di mana chatbot dirancang mendukung penuh bahasa Indonesia dan terhubung ke sistem informasi akademik kampus. Dengan demikian, chatbot dapat memberikan informasi terkini seperti jadwal kuliah, kurikulum, atau peraturan akademik secara **real-time**. Hasil rancangan menunjukkan potensi peningkatan **efisiensi** layanan

(karena automasi respons untuk pertanyaan rutin) dan **aksesibilitas** informasi (karena layanan tersedia 24/7 melalui platform digital yang mudah diakses).

Sebagai panduan desain, rancangan arsitektur ini berkontribusi bagi upaya pengembangan teknologi pendidikan yang kontekstual di perguruan tinggi. Keunggulan utama dari rancangan ini meliputi operasional yang berkelanjutan sepanjang waktu, dukungan bahasa Indonesia yang komprehensif, serta fleksibilitas integrasi dengan berbagai platform dan sistem kampus yang ada. Untuk langkah pengembangan selanjutnya, disarankan untuk membangun prototipe chatbot berdasarkan arsitektur ini dan melakukan evaluasi kinerja menggunakan data serta pengguna nyata. Selain itu, fitur lanjutan seperti personalisasi jawaban dan dukungan multibahasa dapat dieksplorasi untuk semakin meningkatkan manfaat sistem. **Penelitian ini merupakan langkah awal** menuju transformasi digital dalam layanan konsultasi akademik yang lebih efisien, inklusif, dan responsive terhadap kebutuhan civitas akademika di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). *Design Science in Information Systems Research*. MIS Quarterly, 28(1), 75–105.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). *Attention Is All You Need*. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 30.
- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. Proceedings of NAACL-HLT.
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., et al. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners*. Advances in Neural Information Processing Systems, 33.
- Følstad, A., & Brandtzaeg, P. B. (2017). *Chatbots and the New World of HCI*. Interactions, 24(4), 38–42.
- Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). *Language Models: GPT-2*. OpenAI Technical Report.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). *Speech and Language Processing* (3rd ed.). Draft Version.