

Justin Pradipta, Irsyad Nashirul Haq, Thomas Budiarto, Edi Leksono, Nafi Mulyo Kusumo, Koko Friansa, Robi Sobirin, Putu Handre Kertha Utama, Frans Edison, Angga Indra Putra  
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung

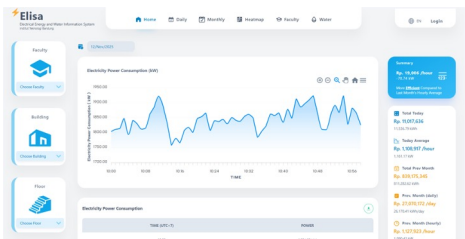
**Abstrak**

Penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi ElisaAI, sistem analisis manajemen energi berbasis LLM dengan arsitektur berbasis agen yang terintegrasi dengan sistem *monitoring* energi ITB, Elisa. Sistem ini membantu pengguna nonteknis melakukan analisis energi melalui antarmuka tanya-jawab berbasis *natural language* dan dasbor analitik bertenaga LLM. Evaluasi menggunakan kerangka 5V Big Data membandingkan model Gemini 2.0 Flash (eksternal) dengan Gemma 3 4B dan DeepSeek R1 Distill Llama 8B (lokal). Hasil menunjukkan Gemini 2.0 Flash paling optimal dalam hal *velocity* dan *value*, dengan respons tercepat (1.63–39.80 detik; rata-rata 4.49 detik) dan skor kualitas tertinggi (rata-rata 3.45 pada tanya-jawab dan 2.74 pada dasbor). *Veracity* data Elisa sangat tinggi, sementara volume data bervariasi dari 0.23 KB hingga 261.79 KB. *Variety* mencakup penggunaan berbagai *tools* dan hingga 22 variabel per halaman pada dasbor. Biaya komputasi menunjukkan model eksternal memiliki biaya berbasis token, sedangkan model lokal lebih ekonomis dalam penggunaan berskala besar setelah investasi awal perangkat keras.

Keyword: Generative AI, Large Language Model, Sistem *Monitoring* Energi

**Pendahuluan**

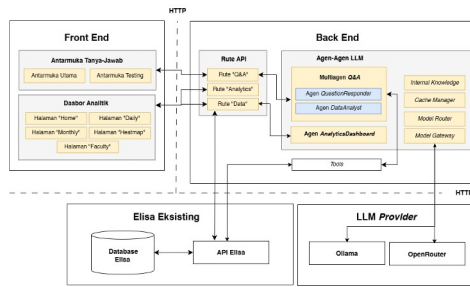
ElisaAI dikembangkan sebagai perluasan dari sistem *monitoring* energi kampus ITB, Elisa, dengan tujuan menghadirkan analisis manajemen energi yang lebih mudah, intuitif, dan dapat diakses oleh pengguna non-teknis. Integrasi teknologi *Large Language Model* (LLM) berbasis arsitektur berbasis agen memudahkan pengguna menanyakan informasi atau melakukan analisis energi langsung melalui bahasa natural, baik melalui antarmuka Tanya-Jawab maupun Dasbor Analitik. Dengan memanfaatkan kemampuan generatif LLM, sistem ini mampu menghasilkan insight yang lebih kaya, ringkas, dan otomatis. Untuk memastikan kualitas dan efektivitasnya, ElisaAI dievaluasi menggunakan kerangka 5V Big Data: *Volume*, *Variety*, *velocity*, *Veracity*, dan *Value*.



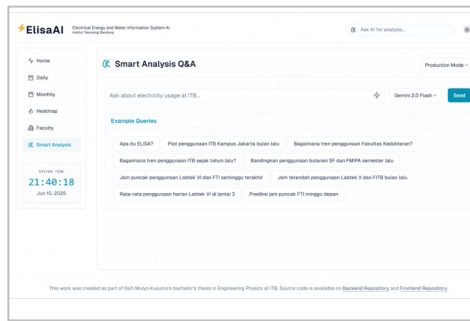
Gambar 1. Tampilan Halaman Elisa

**Metode Penelitian**

Pengembangan ElisaAI dilakukan melalui integrasi modular antara prototipe web ElisaAI dan API resmi Elisa sebagai penyedia data historis energi kampus. Arsitektur berbasis agen digunakan untuk memisahkan tugas seperti pengambilan data, analisis, dan penyusunan laporan, sehingga setiap agen memiliki fungsi yang terdefinisi dengan baik. *Front end* dibangun menggunakan Next.js dan Recharts untuk visualisasi, sementara *Back end* menyediakan akses data dan fungsi analitik yang dapat dipanggil oleh LLM melalui mekanisme *function-calling*.

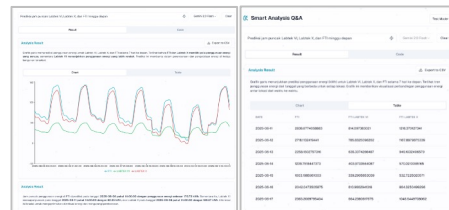


Gambar 2. Desain Arsitektur sistem ElisaAI



Gambar 3. Tampilan halaman Antarmuka Tanya-Jawab ElisaAI

Tiga model LLM dievaluasi: Gemini 2.0 Flash sebagai model eksternal berbasis cloud, serta Gemma 3 4B dan DeepSeek R1 Distill Llama 8B yang berjalan secara lokal melalui Ollama. Evaluasi mencakup pengukuran waktu respons, kualitas keluaran, variasi data, akurasi sumber data, serta estimasi biaya komputasi. Sebanyak 20 skenario pengujian digunakan untuk mengukur performa masing-masing model pada kedua antarmuka sistem.



Gambar 4. Tampilan jawaban analisis oleh agen Q&A dalam bentuk grafik (kiri), bentuk tabel (kanan)

**Hasil & Diskusi**

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Gemini 2.0 Flash memberikan performa terbaik, terutama dari sisi kecepatan (*velocity*) dan nilai tambah (*value*). Pada antarmuka Tanya-Jawab, model ini mampu memberikan respons antara 1.63 hingga 39.80 detik, sedangkan pada Dasbor Analitik waktu rata-ratanya hanya 4.49 detik. Model lokal cenderung memiliki latensi jauh lebih tinggi dan sering mengalami kegagalan pada analisis kompleks.

Dari sisi kualitas, Gemini 2.0 Flash memperoleh skor *value* tertinggi, yaitu rata-rata 3.45 pada Tanya-Jawab dan 2.74 pada Dasbor, menunjukkan bahwa pengguna merasakan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan pemanfaatan data energi.

Analisis Volume juga memperlihatkan rentang data yang sangat bervariasi, mulai dari ringkasan kecil (0.23–6.77 KB) hingga data time-series besar mencapai 261.79 KB, yang berdampak pada konsumsi token dan kinerja pemrosesan. Sementara itu, *Veracity* data API Elisa sangat tinggi dengan kelengkapan dan validitas hampir 100% pada sebagian besar fungsi, menjadikannya sumber yang reliabel untuk analisis LLM.

*Variety* sistem terlihat dari kemampuan LLM menggunakan berbagai *tools* analitik serta ketersediaan hingga 22 variabel input dalam setiap halaman dasbor. Dari sisi biaya, penggunaan model eksternal memiliki biaya berbasis token, sekitar Rp85.503 per bulan untuk dasbor dan sekitar Rp33,21 per satu analisis Tanya-Jawab. Sebaliknya, model lokal lebih hemat biaya jangka panjang setelah investasi perangkat keras, meskipun membutuhkan GPU dengan utilisasi tinggi.

**Kesimpulan**

Pengembangan ElisaAI menunjukkan bahwa teknologi LLM dapat meningkatkan pengelolaan energi di lingkungan kampus. Dengan memadukan kemampuan analisis otomatis dan antarmuka berbasis *natural language*, sistem ini berhasil membuat proses evaluasi konsumsi energi menjadi jauh lebih mudah dipahami. Dari hasil pengujian, Gemini 2.0 Flash terbukti paling cepat dan konsisten dalam menghasilkan jawaban yang relevan, sementara model lokal tetap menawarkan opsi yang lebih ekonomis untuk penggunaan jangka panjang bila infrastruktur memadai. Selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan menjadi platform yang lebih cerdas, misalnya dengan menggabungkan data eksternal seperti cuaca, okupansi, atau kebijakan operasional, sehingga rekomendasi yang dihasilkan semakin komprehensif dan mendukung efisiensi energi yang berkelanjutan.