

IMPLEMENTASI INDOBERT PADA CHATBOT EXTRACTIVE QUESTION ANSWERING UNTUK LAYANAN INFORMASI LAZIS SULTAN AGUNG

Ella Heriyawati^{1*}, Sam Farisa Chaerul Haviana²

^{1,2}Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Indonesia

¹heriyawatiella27@gmail.com

²sam@unissula.ac.id

Received: 02-04- 2026

Revised: 20-04-2026

Approved: 27-04-2026

ABSTRACT

Advances in AI and Natural Language Processing (NLP) technology have facilitated the use of chatbots as a means of providing automated information in various sectors, including religious and social organizations. LAZIS Sultan Agung still operates its information services manually via WhatsApp and in-person interactions, which limits responsiveness due to time and staff availability. This research aims to create an Extractive Question Answering (EQA)-based information chatbot utilizing the IndoBERT model to automatically assist users in obtaining information about services, programs, zakat, and donations at LAZIS Sultan Agung. The approach used in this research involves TF-IDF for the context retrieval process and IndoBERT for the answer extraction step. The dataset was obtained from official documents and the LAZIS Sultan Agung knowledge base, which contains service information and frequently asked questions. This web-based system uses Flask and MySQL for data storage. The evaluation results on 25 testing data show that the system achieved an Exact Match (EM) value of 0.5294, Cosine Similarity of 0.7875, Precision of 0.8059, Recall of 0.8244, and F1-Score of 0.8052. Furthermore, black box testing showed that the chatbot was able to provide appropriate answers to user questions and could reject questions outside the scope of the system. Thus, the developed chatbot can accelerate, automate, and improve the efficiency of the information receiving process of LAZIS Sultan Agung.

Keywords: Chatbot, Extractive Question Answering, IndoBERT, NLP, TF-IDF.

PENDAHULUAN

Perkembangan dalam teknologi informasi dan komunikasi telah mengakibatkan perubahan signifikan di berbagai bidang kehidupan, termasuk sektor pelayanan publik dan institusi keagamaan. Digitalisasi layanan menjadi aspek krusial bagi lembaga dan organisasi dalam usaha meningkatkan efisiensi, kecepatan, serta mutu pelayanan kepada masyarakat [2]. Salah satu inovasi teknologi yang telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir adalah Kecerdasan Buatan (AI), terutama dalam bidang Pemrosesan Bahasa Alami (NLP) yang memungkinkan komputer untuk memahami serta memproses bahasa manusia secara otomatis. Penggunaan NLP pada sistem chatbot menjadi solusi yang banyak diterapkan untuk mendukung pelayanan informasi secara real-time dan interaktif.[3]

Chatbot adalah aplikasi yang dirancang untuk melakukan interaksi otomatis dengan pengguna menggunakan bahasa sehari-hari. Teknologi ini mampu memberikan jawaban yang cepat atas pertanyaan dari pengguna tanpa adanya keterlibatan manusia secara langsung. [4] Dalam berbagai penelitian, chatbot dengan basis NLP telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi pelayanan informasi, mengurangi beban kerja petugas, serta menyediakan layanan 24 jam tanpa batasan jam operasional. Sebab itu, chatbot menjadi solusi yang relevan untuk diimplementasikan di lembaga sosial dan keagamaan yang memiliki

kebutuhan pelayanan informasi yang tinggi.[5]

LAZIS Sultan Agung adalah lembaga amil zakat yang berfungsi dalam pengumpulan dan penyaluran dana zakat, infak, sedekah, serta berbagai program sosial lainnya. Saat ini, penyampaian informasi di LAZIS Sultan Agung masih dilakukan dengan cara manual melalui aplikasi WhatsApp dan komunikasi tatap muka dengan petugas. Metode pelayanan ini mengakibatkan berbagai kendala seperti batasan jam pelayanan, keterlambatan dalam merespons, serta ketergantungan yang tinggi terhadap sumber daya manusia. Situasi ini dapat mempengaruhi kualitas pelayanan informasi kepada masyarakat dan para donatur, terutama saat jumlah pertanyaan meningkat pada waktu-waktu tertentu.

Untuk menangani isu tersebut, diperlukan sistem otomatis yang dapat memberikan informasi dengan cepat, tepat, dan dapat diakses kapan saja. Salah satu cara yang bisa digunakan adalah dengan mengimplementasikan chatbot yang menggunakan Extractive Question Answering (EQA) [6]. Metode EQA memungkinkan sistem untuk secara langsung mengekstrak jawaban dari dokumen atau database yang ada, berdasarkan pertanyaan yang diajukan pengguna. Dengan cara ini, chatbot tidak hanya menyajikan jawaban yang sudah ditentukan, tetapi juga bisa memahami konteks pertanyaan dan mengambil jawaban yang paling relevan dari data yang ada.

Dalam dunia NLP, model Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) muncul sebagai model deep learning yang sangat efektif dalam memahami konteks bahasa. [7] BERT menerapkan konteks bidirectional, sehingga mampu menangkap hubungan antar kata dengan lebih baik dibandingkan model sebelumnya. Untuk bahasa Indonesia, model ini telah disesuaikan menjadi IndoBERT yang dilatih menggunakan sejumlah besar korpus bahasa Indonesia, menjadikannya lebih padu untuk tugas pemrosesan bahasa Indonesia.

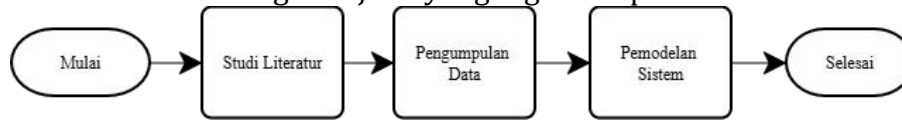
Beberapa penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa IndoBERT menunjukkan performa yang baik dalam berbagai tugas NLP, termasuk klasifikasi teks, pengenalan entitas yang bernama, dan menjawab pertanyaan. Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan dan tim (2024) menunjukkan bahwa IndoBERT berhasil memberikan hasil memuaskan pada sistem tanya jawab dengan fokus domain, dengan nilai Mean Reciprocal Rank (MRR) sebesar 0,78 [8]. Selain itu, studi oleh Mustaqim dan rekan [9] mengungkapkan bahwa penerapan IndoBERT pada sistem tanya jawab ekstraktif memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional yang berbasis TF-IDF.

Berdasarkan isu dan studi sebelumnya, penelitian ini memiliki tujuan untuk menerapkan model IndoBERT pada chatbot yang menggunakan Extractive Question Answering untuk memberikan informasi di LAZIS Sultan Agung. Sistem chatbot ini dikembangkan lewat metode TF-IDF untuk proses pengambilan konteks dan IndoBERT untuk tahap ekstraksi jawaban. Dengan adanya sistem ini, diharapkan layanan informasi di LAZIS Sultan Agung dapat berfungsi dengan lebih efisien, tanggap, serta mampu meningkatkan mutu pelayanan kepada masyarakat dan donatur dengan cara yang otomatis dan interaktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengkaji pengembangan sistem chatbot Extractive Question Answering (EQA) dengan memanfaatkan model Transformer IndoBERT untuk

layanan informasi dari LAZIS Sultan Agung. Proses penelitian dilaksanakan secara bertahap yang meliputi studi literatur, pengumpulan data, pemodelan sistem, dan analisis sistem chatbot. Panduan alur penelitian diterapkan sebagai acuan dalam pengembangan sistem agar penelitian dapat dilaksanakan secara sistematis dan selaras dengan tujuan yang ingin dicapai.



Gambar 1 *Flowchart Rangkaian Penelitian*

1. Studi Literatur

Proses tinjauan pustaka dilaksanakan dengan mengevaluasi dan mengkaji berbagai artikel, jurnal, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan chatbot, Pemrosesan Bahasa Alami (NLP), Penjawaban Pertanyaan Ekstraktif (EQA), dan juga model IndoBERT. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mendapatkan referensi serta landasan teori yang mendukung pengembangan sistem chatbot untuk layanan informasi LAZIS Sultan Agung.

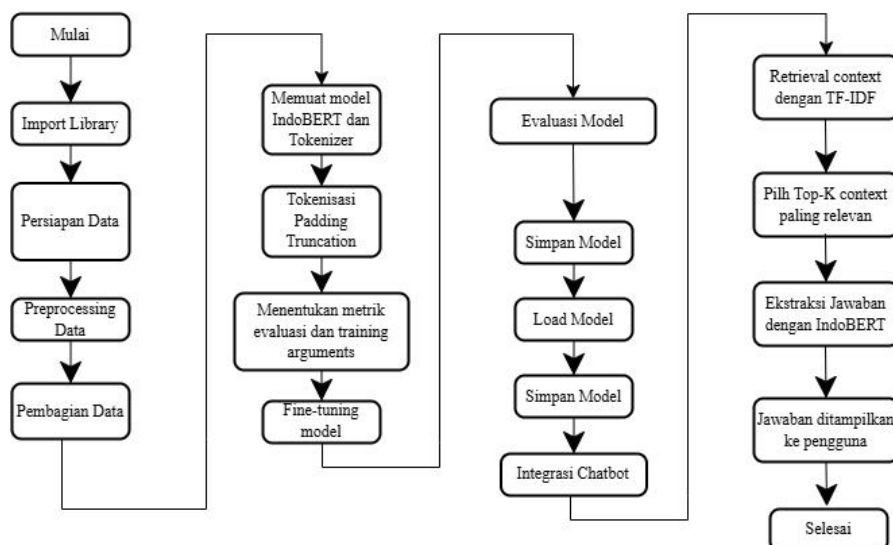
2. Pengumpulan Data

Di tahap ini, dilakukan pengumpulan informasi yang bersumber dari dokumen resmi LAZIS Sultan Agung, pertanyaan dan jawaban terkait layanan informasi, program beasiswa, donasi, zakat, infak, sedekah, dan kegiatan sosial lainnya. Informasi diperoleh melalui dokumentasi internal lembaga dan hasil wawancara dengan tim layanan informasi dari LAZIS Sultan Agung.

Dataset yang diperoleh kemudian diorganisir sebagai basis pengetahuan untuk chatbot dalam mendukung proses pencarian konteks dan ekstraksi jawaban.

3. Pemodelan Sistem

Proses pemodelan sistem mencakup beberapa langkah penting, yaitu pengumpulan data, pengolahan awal data, dan penciptaan model chatbot dengan memanfaatkan IndoBERT.



Gambar 2 *Flowchart Pemodelan Sistem*

a. Persiapan Data

Proses persiapan data melibatkan pengumpulan dan penataan dataset yang

diperlukan untuk penelitian. Dataset diambil dari dokumen resmi LAZIS Sultan Agung, yang mencakup informasi tentang profil lembaga, visi dan misi, program-program utama, layanan infak, sedekah, donasi, zakat, serta rincian tambahan lainnya.

Data tersebut kemudian diorganisasi dalam bentuk basis data dengan beberapa kolom utama, termasuk kategori, judul, pertanyaan, konteks, dan jawaban. Desain struktur data ini bertujuan untuk memfasilitasi proses pengambilan konteks dan ekstraksi jawaban dalam sistem chatbot.

Lebih jauh lagi, basis pengetahuan chatbot dapat diatur melalui panel admin, memungkinkan administrator untuk menambah, mengedit, atau menghapus data sesuai dengan kebutuhan sistem.

b. Preprocessing Data

Di fase preprocessing, pertanyaan dan konteks diatur agar sesuai dengan spesifikasi model IndoBERT. Teks diolah menggunakan tokenizer IndoBERT guna mengubah kalimat menjadi token yang dapat dipahami oleh model.

Langkah-langkah dalam preprocessing mencakup tokenisasi, penambahan padding, dan truncation untuk memastikan semua input memiliki panjang dan format yang seragam saat diproses oleh model. Selanjutnya, dilakukan pembersihan data agar data menjadi lebih konsisten untuk keperluan pelatihan dan evaluasi model.

Dataset lalu dibagi menjadi data latih, data validasi, dan data uji. Data latih dimanfaatkan untuk melatih model, data validasi berfungsi untuk memantau kinerja model selama proses pelatihan, sementara data uji digunakan untuk mengevaluasi kinerja akhir model. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 245 data question answering yang diperoleh dari dokumen resmi dan knowledge base LAZIS Sultan Agung. Dataset kemudian dibagi menjadi data latih sebanyak 196 data (80%), data validasi sebanyak 24 data (10%), dan data uji sebanyak 25 data (10%). Pembagian dataset dilakukan menggunakan metode hold-out validation untuk menjaga keseimbangan proses pelatihan dan evaluasi model.

c. Pemodelan Sistem

Dalam tahap ini, proses memuat model IndoBERT beserta tokenizer terkait dilakukan. Setelah model dimuat dengan sukses, proses fine-tuning diterapkan menggunakan dataset yang telah disiapkan sebelumnya.

Pada tahap pelatihan, terdapat beberapa parameter yang ditentukan seperti tingkat pembelajaran, ukuran kelompok data, jumlah epoch, dan parameter evaluasi lain agar model dapat mengerti keterkaitan antara pertanyaan dan jawaban dalam dataset yang digunakan.

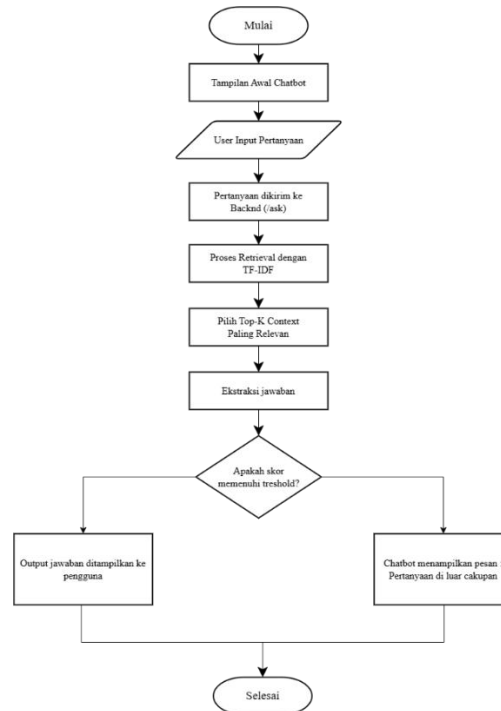
Setelah pelatihan selesai dilakukan, model tersebut dievaluasi untuk mengukur kinerjanya. Model yang telah dilatih kemudian disimpan dan digunakan dalam sistem chatbot yang berbasis web.

ANALISIS SISTEM

Sistem chatbot yang diciptakan bertujuan untuk memberikan layanan informasi LAZIS Sultan Agung dengan cara interaktif kepada para pengguna. Sistem ini beroperasi dengan menerima pertanyaan dari pengguna, memprosesnya melalui backend, melakukan pencarian terhadap konteks yang relevan, dan kemudian memberikan jawaban kepada pengguna.

Proses inti sistem dilaksanakan melalui jalur `/ask` pada backend. Setelah frontend mengirimkan pertanyaan dari pengguna, backend akan memanggil fungsi `answer_question()` untuk menghasilkan jawaban.

Merujuk kepada diagram alir analisis sistem, proses chatbot terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:



Gambar 3 *Flowchart* Analisis Sistem

Berdasarkan gambar 3, *flowchart* sistem menunjukkan langkah-langkah dalam proses *chatbot*. Ada beberapa tahapan yang bisa dilihat pada gambar 3, yaitu:

- Pertama, pengguna mengakses halaman utama *chatbot* yang merupakan tampilan awal dari aplikasi *web chatbot*.
- Kemudian, pengguna menginput pertanyaan yang ingin diajukan dalam kolom input, selanjutnya menekan tombol kirim agar sistem dapat memproses pertanyaan tersebut.
- Setelah itu, pertanyaan akan dikirim ke *backend* melalui rute `/ask` untuk diproses lebih lanjut.
- Setelah *backend* menerima pertanyaan, sistem akan melakukan pengambilan data menggunakan metode TF-IDF untuk mencari dan memilih beberapa konteks yang paling relevan dari basis pengetahuan yang ada.
- Konteks yang telah dipilih selanjutnya akan diproses dengan menggunakan model *IndoBERT* untuk melakukan ekstraksi jawaban berdasarkan pertanyaan dari pengguna. Pada tahap ini, sistem akan menentukan jawaban terbaik dari konteks yang telah tersedia.
- Jika jawaban yang dihasilkan memenuhi ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem akan menampilkan jawaban kepada pengguna.

- g. Namun, jika jawaban yang didapat tidak memenuhi ambang batas tersebut, *chatbot* akan menunjukkan pesan bahwa pertanyaan tersebut di luar batas informasi yang dimiliki oleh LAZIS Sultan Agung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi ini, sebuah sistem *chatbot* Extractive Question Answering (EQA) berbasis web telah berhasil dikembangkan untuk layanan informasi LAZIS Sultan Agung. Sistem ini dibangun dengan menggunakan framework Flask sebagai backend, database MySQL sebagai tempat penyimpanan knowledge base, metode TF-IDF untuk pengambilan konteks, dan model IndoBERT untuk proses ekstraksi jawaban. Sistem dioperasikan dengan menerima pertanyaan dari pengguna dan kemudian memproses pertanyaan tersebut di bagian backend, mencari konteks yang paling relevan, sebelum akhirnya menampilkan jawaban yang telah diekstraksi kepada pengguna.

Secara keseluruhan, sistem ini terdiri dari beberapa elemen utama, yaitu knowledge base, backend yang memproses pertanyaan, model untuk question answering, serta antarmuka pengguna berbasis web. Selain memberikan jawaban melalui *chatbot*, sistem juga menyajikan informasi tambahan seperti confidence score, retrieval score, kategori, pertanyaan yang cocok, dan konteks untuk memberikan gambaran mengenai cara kerja *chatbot* dengan lebih jelas.

Pada tahap awal penelitian, data dikumpulkan dari dokumen resmi LAZIS Sultan Agung yang berisi informasi mengenai layanan lembaga, termasuk donasi, zakat, bantuan, relawan, dan program layanan lainnya. Data ini digunakan untuk membangun knowledge base *chatbot* agar jawaban yang diberikan tetap relevan dengan informasi resmi yang dimiliki oleh LAZIS Sultan Agung.

```
cursor.execute("""
INSERT INTO knowledge_base (category, title, question, context, answer, question_hash)
VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s)
""", (category, title, question, context, answer, question_hash))
```

Gambar 4. 1 Proses Penyimpanan *Knowledge Base*

Setelah basis pengetahuan selesai disiapkan, sistem selanjutnya mengaitkan setiap pertanyaan dari pengguna dengan konteks tertentu yang telah dipilih dari basis data. Dalam praktiknya, pertanyaan dari pengguna diproses menggunakan fungsi `extract_answer()` dengan mengirimkan pasangan pertanyaan dan konteks ke model IndoBERT. Melalui cara ini, sistem dapat mengambil jawaban secara langsung dari konteks yang relevan dengan pertanyaan pengguna.

```
answer, qa_conf = qa_system.extract_answer(
    user_question,
    item["context"])
```

Gambar 4. 2 Proses Pemanggilan Pertanyaan dan *Context*

Setelah penyelesaian penyusunan basis pengetahuan, data selanjutnya dibagi menjadi data pelatihan, data validasi, dan data uji. Pembagian ini dilakukan secara manual dengan memisahkan dataset ke dalam berkas `train_qa.json`, `val_qa.json`, dan `test_questions.json`. Data pelatihan dimanfaatkan untuk proses penyempurnaan model IndoBERT, data validasi

berfungsi untuk memantau kinerja model selama sesi pelatihan, sedangkan data uji digunakan untuk menilai kemampuan akhir model dalam menjawab pertanyaan dari pengguna.

Langkah selanjutnya mencakup penerapan konteks pengambilan menggunakan metode TF-IDF dan kesamaan cosinus. Dalam tahap ini, sistem tidak langsung menarik jawaban dari seluruh basis pengetahuan, melainkan terlebih dahulu mencari beberapa konteks yang paling sesuai dengan pertanyaan pengguna. Pertanyaan yang diajukan oleh pengguna diubah menjadi bentuk vektor, lalu dibandingkan dengan semua konteks dalam basis pengetahuan untuk menghasilkan nilai kesamaan. Konteks kandidat terbaik dipilih berdasarkan nilai *retrieval_score* dan diteruskan ke tahap menjawab pertanyaan.

```
meta_scores = cosine_similarity(meta_vec, META_MATRIX)[0]
ctx_scores = cosine_similarity(ctx_vec, CTX_MATRIX)[0]

raw_score = (0.80 * float(meta_scores[idx])) +
            (0.20 * float(ctx_scores[idx]))

iter["retrieval_score"] = round(score, 4)

scored_rows.sort(
    key=lambda x: x["retrieval_score"],
    reverse=True
)

return scored_rows[:top_k]
```

Gambar 4. 3 Implementasi Retrieval Context Menggunakan TF-IDF

Setelah konteks berhasil diambil dari langkah *retrieval*, langkah berikutnya adalah pengambilan jawaban dengan memanfaatkan model IndoBERT. Di tahap ini, model mendapatkan dua masukan utama berupa pertanyaan dari pengguna dan konteks yang telah diambil. Selanjutnya, pertanyaan dan konteks diproses menggunakan *tokenizer* IndoBERT agar dapat dimengerti oleh model. Model kemudian menghitung probabilitas untuk posisi awal dan akhir dari jawaban dengan menggunakan *start_logits* dan *end_logits*. Berdasarkan probabilitas yang diperoleh, sistem memilih rentang jawaban terbaik untuk digunakan sebagai jawaban *chatbot*.

```
inputs = self.tokenizer(
    question,
    context,
    return_tensors="pt",
    truncation="only_second",
    max_length=Config.MAX_LENGTH,
)

with torch.no_grad():
    outputs = self.model(**inputs)

start_probs = torch.softmax(outputs.start_logits, dim=-1)
end_probs = torch.softmax(outputs.end_logits, dim=-1)
```

Gambar 4. 4 Implementasi Ekstraksi Jawaban Menggunakan IndoBERT

Setelah tahap pengambilan jawaban selesai, sistem melakukan perhitungan skor akhir untuk menentukan jawab yang paling tepat. Di fase ini, *retrieval_score* dari langkah pengambilan dicampur dengan *confidence score* yang dihasilkan oleh proses ekstraksi jawaban menggunakan model

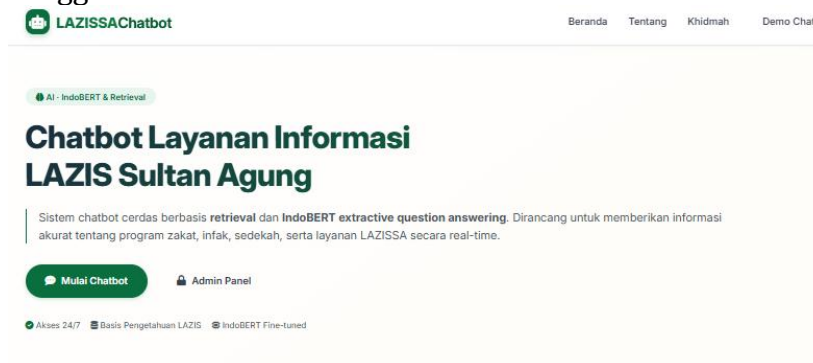
IndoBERT dengan rumus:

$$final_score = (0.7 \times retrieval_score) + (0.3 \times qa_conf)$$

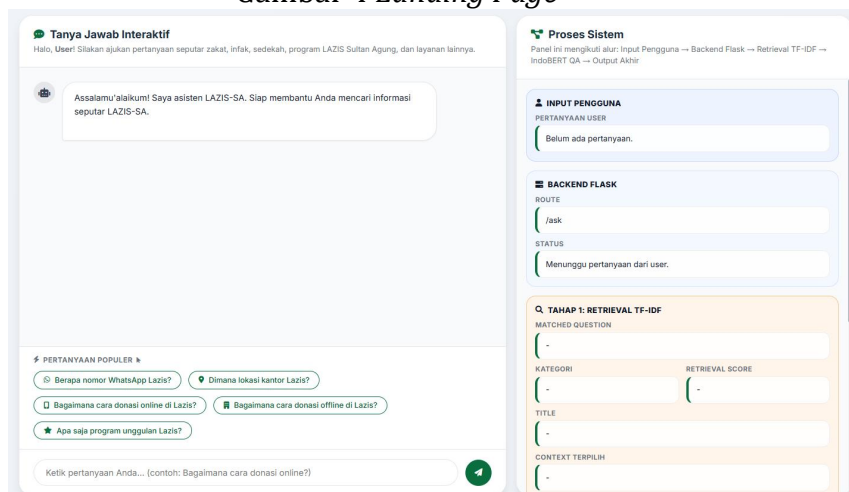
Bobot untuk nilai retrieval lebih besar dibandingkan *confidence* model karena konteks yang relevan sangat menentukan kualitas jawaban yang disajikan oleh *chatbot*. Jawaban dengan *final_score* tertinggi selanjutnya diambil sebagai jawaban akhir yang akan disajikan kepada pengguna.

Pada sisi *backend*, aktivitas utama sistem dilakukan melalui jalur */ask*. Ketika *frontend* mengirimkan pertanyaan dalam format *JSON*, *backend* akan memvalidasi *input* tersebut lalu memanggil fungsi *answer_question()* untuk memproses pertanyaan dari pengguna. Setelah jawaban didapat, *backend* mencatat riwayat percakapan dalam tabel *chat_history* dan mengembalikan hasil jawaban ke *frontend* dalam format *JSON* yang meliputi *answer*, *confidence*, *retrieval_score*, *final_score*, *category*, *matched_question*, *title*, dan *context*.

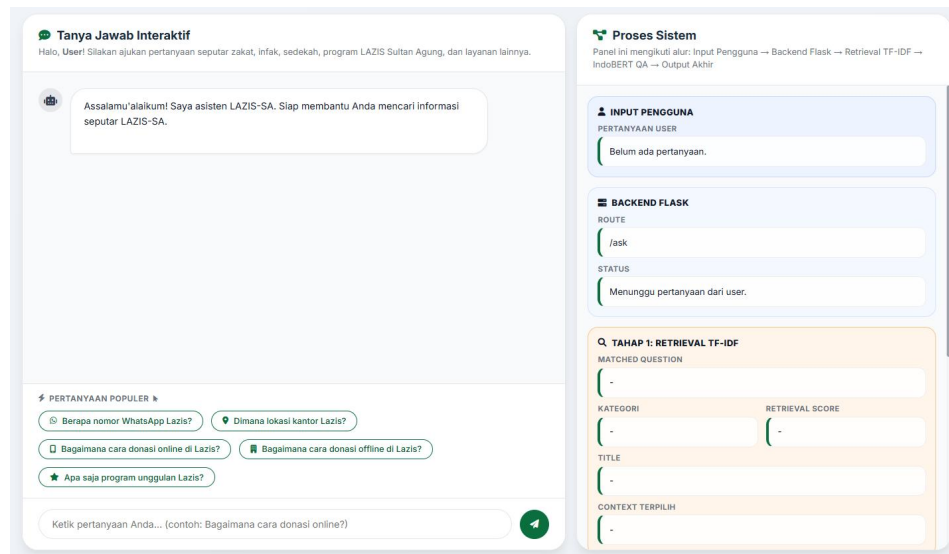
Di sisi *frontend*, sistem menyediakan antarmuka *chatbot* berbasis *web* yang terdiri dari halaman pendaratan, ruang chat, kolom untuk memasukkan pertanyaan, tombol kirim, daftar pertanyaan yang sering diajukan, panel pemrosesan sistem, dan dasbor admin. Panel pemrosesan sistem berfungsi untuk menunjukkan proses pengolahan *chatbot* dari *input* pengguna, pengambilan konteks menggunakan TF-IDF, hingga ekstraksi jawaban dengan menggunakan IndoBERT.



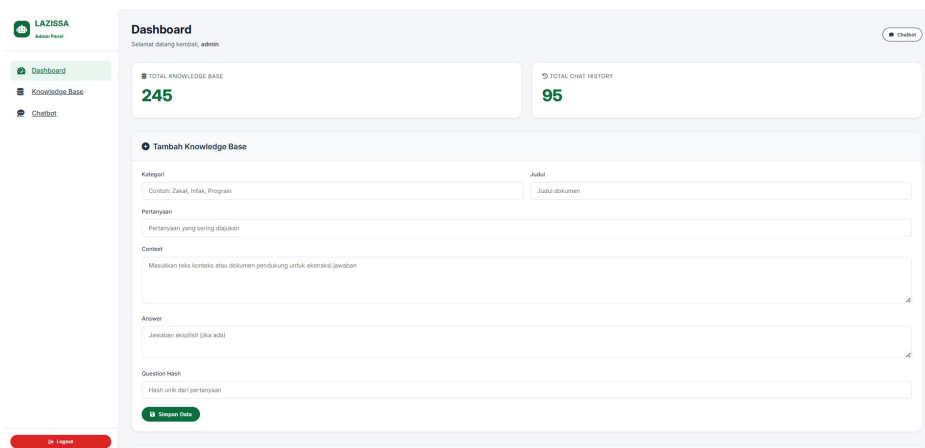
Gambar 4 Landing Page



Gambar 5 Halaman Chatbot



Gambar 6 Halaman Proses Sistem



Gambar 7 Dashboard Admin

Selain pelaksanaan sistem, studi ini juga melakukan penilaian untuk mengukur sejauh mana *chatbot* mampu menjawab pertanyaan dari pengguna. Penilaian tersebut dilakukan dengan menggunakan metrik *Exact Match (EM)*, *Cosine Similarity*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*.

Tabel 1 Metrik Evaluasi

No	Metrik Evaluasi	Nilai
1	<i>Exact Match (EM)</i>	0,5294
2	<i>Cosine Similarity</i>	0,7875
3	<i>Precision</i>	0,8059
4	<i>Recall</i>	0,8244
5	<i>F1-Score</i>	0,8052

Selain penilaian model, pengujian *black box* juga dilaksanakan untuk memastikan semua fitur utama sistem berfungsi sesuai dengan sasaran riset. Pengujian ini dilakukan dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang relevan maupun di luar jangkauan informasi LAZIS Sultan Agung.

Tabel 2 Daftar Pertanyaan

No	Input	Output	Confid. Score	Keterangan
1	Berapa nomor <i>WhatsApp</i> Lazis?	08212044952	100%	Berhasil
2	Dimana lokasi kantor Lazis?	jl. raya kaligawe, km. 4	100%	Berhasil
3	Berapa besaran zakat fitrah?	2, 5 kg atau 3, 5 liter beras atau makanan pokok per jiwa	100%	Berhasil
4	Bagaimana cara donasi <i>offline</i> di Lazis?	datang langsung ke kantor atau loket layanan, pencatatan data donatur, penyerahan donasi, validasi oleh petugas, penerbitan bukti donasi, lalu penginputan ke sistem	100%	Berhasil
5	Siapa presiden Indonesia?	Maaf, pertanyaan Anda di luar cakupan informasi LAZIS Sultan Agung.	0,0%	Berhasil

Berdasarkan pelaksanaan dan pengujian sistem yang telah dilaksanakan, *chatbot* layanan informasi LAZIS Sultan Agung berhasil menjalankan tugas utama sistem dengan baik. Sistem mampu menerima pertanyaan dari pengguna, melakukan pengambilan konteks menggunakan TF-IDF, mengekstrak jawaban dengan bantuan model IndoBERT, dan menyajikan hasil jawaban melalui antarmuka *web* dengan cara interaktif.

Nilai confidence score sebesar 100% pada beberapa hasil pengujian bukan merupakan probabilitas mentah absolut dari model IndoBERT, melainkan hasil pembulatan tampilan pada antarmuka sistem setelah dilakukan normalisasi skor confidence. Sistem menampilkan nilai confidence dalam bentuk persentase sederhana agar lebih mudah dipahami oleh pengguna. Oleh karena itu, nilai tersebut merepresentasikan tingkat keyakinan sistem yang sangat tinggi terhadap jawaban yang diberikan, bukan probabilitas matematis mutlak.

Proses pengambilan konteks menggunakan TF-IDF memberikan dukungan kepada sistem dalam memilih konteks yang paling sesuai sebelum mengekstrak jawaban. Dengan adanya tahap pengambilan, model IndoBERT tidak perlu memeriksa seluruh basis pengetahuan, sehingga pencarian jawaban dapat dilakukan dengan lebih terfokus dan efisien. Konteks yang memiliki skor pengambilan tertinggi kemudian akan diproses pada tahap menjawab pertanyaan untuk mendapatkan jawaban yang optimal.

Pada tahap ekstraksi jawaban, model IndoBERT mampu secara langsung memperkirakan titik awal dan titik akhir jawaban dari konteks yang dipilih. Metode menjawab pertanyaan secara ekstraktif memungkinkan *chatbot* memberikan jawaban yang lebih sesuai karena jawabannya diambil langsung dari dokumen resmi LAZIS Sultan Agung. Di samping itu, penggunaan *final_score* yang mengkombinasikan skor pengambilan dan skor kepercayaan membantu sistem dalam menentukan calon jawaban yang paling baik.

Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa nilai presisi, *recall*, dan *F1-score*

yang melebihi 0,80 menandakan bahwa *chatbot* dapat memberikan jawaban yang cukup memuaskan dan relevan terhadap pertanyaan dari pengguna. Di sisi lain, nilai *Exact Match* yang masih berada pada angka 0,5294 mengindikasikan bahwa jawaban yang dihasilkan oleh model belum sepenuhnya identik dengan jawaban referensinya. Hal ini disebabkan oleh metode menjawab pertanyaan secara ekstraktif yang mengambil jawaban langsung dari konteks, sehingga bentuk jawabannya dapat berbeda meskipun maknanya tetap sama.

Selain dipengaruhi oleh karakteristik metode *extractive question answering*, nilai *Exact Match* yang masih tergolong moderat juga dapat dipengaruhi oleh keterbatasan variasi dataset pelatihan dan parameter *fine-tuning* model IndoBERT yang digunakan. Jumlah data pelatihan yang belum terlalu besar dapat menyebabkan model kurang mampu memahami variasi bentuk pertanyaan pengguna secara luas. Di samping itu, parameter seperti *learning rate*, *batch size*, dan jumlah *epoch* sangat mempengaruhi kemampuan model dalam mempelajari pola jawaban. Optimasi *hyperparameter* pada penelitian selanjutnya berpotensi meningkatkan performa *Exact Match* agar jawaban model lebih identik dengan jawaban referensi.

Hasil dari pengujian *black box* menunjukkan bahwa semua fungsi kunci dari sistem telah beroperasi sesuai dengan perencanaan yang ditetapkan. Sistem ini dapat memberikan jawaban yang tepat untuk pertanyaan yang berada di dalam ruang lingkup informasi LAZIS Sultan Agung dan mampu menolak pertanyaan yang berada di luar jangkauan sistem dengan menampilkan pesan yang menyatakan bahwa pertanyaan tersebut tidak termasuk dalam wilayah informasi *chatbot*.

Secara keseluruhan, *chatbot* untuk layanan informasi LAZIS Sultan Agung yang berbasis *web*, yang memanfaatkan metode TF-IDF dan IndoBERT, dapat membantu pengguna dalam memperoleh informasi dengan lebih cepat, relevan, serta interaktif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, *chatbot* layanan informasi LAZIS Sultan Agung berbasis *Extractive Question Answering (EQA)* menggunakan model IndoBERT berhasil dikembangkan dan mampu menjawab pertanyaan pengguna secara otomatis terkait layanan, program, zakat, dan donasi berdasarkan *knowledge base* yang tersedia. Sistem memanfaatkan metode TF-IDF untuk *retrieval context* dan model IndoBERT untuk proses ekstraksi jawaban sehingga *chatbot* mampu memahami konteks pertanyaan dan memberikan jawaban yang relevan.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem memperoleh nilai *Exact Match (EM)* sebesar 0,5294, *Cosine Similarity* sebesar 0,7875, *Precision* sebesar 0,8059, *Recall* sebesar 0,8244, dan *F1-Score* sebesar 0,8052. Nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang berada di atas 0,80 menunjukkan bahwa model mampu memberikan jawaban yang cukup baik dan relevan terhadap pertanyaan pengguna. Sementara itu, nilai *Exact Match* sebesar 0,5294 menunjukkan bahwa jawaban yang dihasilkan model belum sepenuhnya identik dengan jawaban referensi karena metode *extractive question answering* mengambil jawaban langsung dari konteks sehingga struktur kalimat dapat berbeda walaupun memiliki makna yang sama.

Berdasarkan hasil pengujian black box, chatbot mampu memberikan jawaban yang sesuai terhadap pertanyaan terkait layanan LAZIS Sultan Agung seperti informasi zakat, donasi, lokasi kantor, dan layanan lainnya, serta mampu menolak pertanyaan di luar domain sistem. Implementasi chatbot ini juga berpotensi membantu LAZIS Sultan Agung dalam mengurangi beban kerja staf layanan informasi, meningkatkan kecepatan respons terhadap pertanyaan masyarakat, serta menyediakan layanan informasi yang dapat diakses selama 24 jam secara otomatis.

Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan variasi augmentasi data teks, melakukan optimasi hyperparameter model, serta mengimplementasikan metode generative question answering agar chatbot mampu menghasilkan jawaban yang lebih fleksibel dan natural.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. I. Ramadhan, A. Supriatman, dan T. R. Kurniawan, "Evaluasi dan Implementasi Indobert Question Answering (QA) pada Domain Spesifik Menggunakan Mean Reciprocal Rank," *Jurnal Algoritma*, vol. 21, no. 1, hlm. 180–188, Mei 2024, doi: 10.33364/algoritma/v.21-1.1542.
- [2] A. Rendy Harenza dan A. Dwi Indriyanti, "Pengembangan Layanan Informasi FAQ Berbasis Chatbot di Badan Pendapatan Daerah Kota Surabaya Menggunakan Framework RASA," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 06, 2025.
- [3] M. Andika dan J. Juliana, "ZAKAT DIGITALIZATION: TRANSFORMATION OF ZAKAT MANAGEMENT THROUGH SHARIA FINTECH," 2025.
- [4] F. A. Rojak, A. I. Purnamasari, A. Bahtiar, dan E. Wahyudin, "PENGEMBANGAN CHATBOT LAYANAN PUBLIK BERBASIS NATURAL LANGUAGE PROCESSING DI MAL PELAYANAN PUBLIK GARUT".
- [5] V. R. Prasetyo, N. Benarkah, dan V. J. Chrisintha, "Implementasi Natural Language Processing Dalam Pembuatan Chatbot Pada Program Information Technology Universitas Surabaya," *Teknika*, vol. 10, no. 2, hlm. 114–121, Jul 2021, doi: 10.34148/teknika.v10i2.370.
- [6] T. I. Ramadhan, A. Supriatman, dan T. R. Kurniawan, "Evaluasi dan Implementasi Indobert Question Answering (QA) pada Domain Spesifik Menggunakan Mean Reciprocal Rank," *Jurnal Algoritma*, vol. 21, no. 1, hlm. 180–188, Mei 2024, doi: 10.33364/algoritma/v.21-1.1542.
- [7] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, K. T. Google, dan A. I. Language, "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding."
- [8] T. I. Ramadhan, A. Supriatman, dan T. R. Kurniawan, "Evaluasi dan Implementasi Indobert Question Answering (QA) pada Domain Spesifik Menggunakan Mean Reciprocal Rank," *Jurnal Algoritma*, vol. 21, no. 1, hlm. 180–188, Mei 2024, doi: 10.33364/algoritma/v.21-1.1542.
- [9] M. Mustaqim, A. Gunawan, Y. Bagus Pratama, dan I. Zaliman, "PENGEMBANGAN CHATBOT LAYANAN PUBLIK MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING DAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING," 2023.