



RANCANG BANGUN SISTEM CHATBOT CUSTOMER SERVICE BERBASIS RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION PADA PLATFORM TELEGRAM (STUDI KASUS: MOB ENGLISH COURSE PARE KEDIRI)

Audrick Hubert Constantine ¹, Mohammad Saichu Nidom ², Candra Adipradana ³,
Afifah Nurul Izzati ⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri
E-mail: audrick.hubert.constantine@students.kahuripan.ac.id

ABSTRACT

MOB English Course, Kediri Branch, still relies on manual customer information services through instant messaging applications, which often results in response delays, inconsistent information, and limited service availability outside operating hours. This study aims to design and build a customer service chatbot system based on Retrieval-Augmented Generation (RAG) integrated with n8n workflow automation on the Telegram platform, as well as to test and evaluate the system's performance. The research was conducted using an applied research method with a prototyping approach consisting of six stages: requirements identification, system design, prototype development, testing, evaluation, and implementation. Data were collected through interviews with seven respondents, direct observation, and documentation studies. The system integrates Telegram Bot API, n8n workflow automation, OpenAI Embedding and Chat Models, and Google Sheets as a dynamic knowledge base. It provides main features including RAG-based course information, RAG-based schedule checking, direct lookup payment status checking, and an automated interactive placement test. Black Box testing achieved a 95.83% success rate across 24 functional test scenarios. Response accuracy testing on 25 test queries yielded an accuracy rate of 88.0% without hallucination. Furthermore, User Acceptance Testing (UAT) conducted with 12 respondents demonstrated an average satisfaction score of 87.00% (Very Good). The developed RAG-based chatbot effectively provides responsive, relevant, and consistent information services 24/7, thereby supporting the operational efficiency of customer service at language course institutions.

Keywords: Chatbot, Customer Service, Retrieval-Augmented Generation, n8n, Telegram, Workflow Automation

Article History

Received: September 2026

Reviewed: September 2026

Published: September 2026

Plagiarism Checker No
237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

**ABSTRAK**

MOB English Course Cabang Kediri masih mengandalkan layanan informasi manual melalui aplikasi pesan instan, sehingga sering terjadi keterlambatan balasan, inkonsistensi informasi, serta keterbatasan layanan di luar jam kerja. Tujuan dari kajian ilmiah ini adalah merancang dan membangun sistem chatbot customer service berbasis Retrieval-Augmented Generation (RAG) yang diintegrasikan dengan workflow automation n8n pada platform Telegram, serta menguji dan mengevaluasi kinerja sistem tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode penelitian terapan menggunakan pendekatan pengembangan prototipe, yang terdiri atas tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototipe, pengujian, evaluasi, dan implementasi. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan tujuh narasumber, observasi, dan studi dokumentasi. Sistem yang dibangun mengintegrasikan Telegram Bot API, workflow automation n8n, OpenAI Embedding dan Chat Model, serta Google Sheets sebagai basis pengelolaan knowledge base. Sistem menyediakan empat layanan utama: informasi kursus berbasis RAG, pengecekan jadwal berbasis RAG, pengecekan status pembayaran berbasis direct lookup, dan ujian penempatan (placement test) interaktif bertahap. Hasil pengujian Black Box menunjukkan tingkat keberhasilan fungsionalitas sebesar 95,83% dari 24 skenario pengujian. Pengujian akurasi respons terhadap 25 pertanyaan uji menghasilkan persentase akurasi sebesar 88,0% tanpa disertai hallucination. Evaluasi User Acceptance Testing (UAT) kepada 12 responden menghasilkan persentase kelayakan sebesar 87,00% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Sistem chatbot berbasis RAG ini terbukti mampu menyediakan layanan informasi yang responsif, relevan, dan konsisten selama 24 jam untuk mendukung efisiensi operasional customer service pada lembaga kursus.

Kata Kunci: *Chatbot, Layanan Pelanggan, Retrieval-Augmented Generation, n8n, Telegram, Otomatisasi Alur Kerja*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi pola layanan pada berbagai sektor, termasuk pada lembaga pendidikan nonformal seperti lembaga kursus bahasa Inggris. Pengguna layanan saat ini membutuhkan akses informasi operasional yang cepat, akurat, dan dapat diakses kapan saja tanpa terhalang jam operasional resmi. Namun pada prakteknya, MOB



English Course Cabang Kediri masih mengandalkan penanganan manual oleh staf administrasi customer service melalui aplikasi pesan instan dalam melayani kueri calon siswa terkait program kursus, jadwal belajar, biaya pendaftaran, hingga status pembayaran. Ketergantungan pada penanganan manual ini menimbulkan kendala empiris berupa keterlambatan balasan (response delay) saat volume pesan meningkat, inkonsistensi jawaban akibat perbedaan persepsi antar-staf, serta ketiadaan layanan di luar jam kerja, yang berpotensi menurunkan kepuasan dan retensi calon siswa.

Secara teoritis, penerapan chatbot berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) merupakan solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi dan daya tanggap pelayanan pelanggan. Kendati demikian, chatbot konvensional berbasis aturan (rule-based) memiliki keterbatasan dalam memahami variasi struktur kalimat pengguna yang kompleks. Di sisi lain, pemanfaatan model bahasa besar (Large Language Model/LLM) secara generatif murni berisiko memunculkan fenomena hallucination, dimana sistem menghasilkan jawaban yang tampak meyakinkan namun secara faktual salah atau tidak sesuai dengan data internal lembaga. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan Retrieval-Augmented Generation (RAG) dikembangkan sebagai solusi arsitektur hibrida. RAG menggabungkan proses pencarian semantik (retrieval) dokumen relevan dari knowledge base eksternal terverifikasi dengan kemampuan pemrosesan bahasa alami (generation) dari LLM, sehingga respons yang dihasilkan selalu terikat (grounded) pada data faktual lembaga.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan RAG dalam otomatisasi layanan pelanggan. Cahyanti dan Raya (2025) merancang chatbot RAG berbasis website untuk kebutuhan informasi internal perusahaan. Rachman et al. (2025) mengimplementasikan metode RAG untuk otomatisasi customer service pada domain kontrakan rumah. Putro et al. (2025) mengembangkan chatbot RAG berbasis web untuk penanganan keluhan pelanggan di sektor energi. Albert dan Voutama (2025) memanfaatkan Local RAG untuk pencarian informasi dari dokumen PDF statis. Selain itu, Ramadhani et al. (2025) serta Yasmin dan Fudholi (2025) menerapkan RAG pada domain e-commerce dan layanan informasi hukum publik berbasis web. Meskipun penelitian-penelitian terdahulu berhasil membuktikan efektivitas RAG dalam meningkatkan relevansi jawaban, sebagian besar implementasinya terbatas pada media website, menggunakan knowledge base statis, serta belum mengeksplorasi integrasi workflow automation low-code untuk menangani transaksi interaktif multi-fitur pada aplikasi pesan instan.

Berdasarkan kesenjangan penelitian (research gap) tersebut, kebaruan (novelty) dan kontribusi ilmiah dari penelitian ini terletak pada perancangan arsitektur sistem chatbot customer service yang mengintegrasikan arsitektur RAG, workflow automation platform n8n, basis data dinamis Google Sheets, dan platform pesan instan Telegram. Penggunaan n8n sebagai orchestrator memungkinkan eksekusi alur kerja yang modular dan fleksibel: memisahkan pemrosesan RAG berbasis pencarian vektor (Vector Similarity Search) untuk kueri terbuka, eksekusi logika pencocokan langsung (direct lookup) untuk data pembayaran, serta pengelolaan sesi percakapan interaktif bertahap untuk placement test otomatis.



Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem chatbot customer service berbasis arsitektur RAG menggunakan workflow automation n8n pada platform Telegram sebagai sarana layanan informasi di MOB English Course Cabang Kediri, serta menguji dan mengevaluasi kinerja sistem dalam menyediakan informasi yang responsif, relevan, dan konsisten berdasarkan knowledge base resmi lembaga.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian dan Subjek/Objek

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (applied research) yang dikombinasikan dengan metode pengembangan sistem prototipe (prototyping method). Pendekatan terapan dipilih untuk menghasilkan solusi teknologi yang dapat diterapkan langsung pada operasional customer service. Objek penelitian bertempat di MOB English Course Cabang Kediri (Jl. Cemp. No. 05, Tegalsari, Tulungrejo, Kec. Pare, Kab. Kediri, Jawa Timur). Prosedur pengembangan prototipe dilaksanakan secara sistematis dan iteratif melalui enam tahapan utama:

1. Identifikasi Kebutuhan: Menganalisis alur pelayanan manual dan merumuskan Kebutuhan Fungsional (KF-01 hingga KF-07).
2. Perancangan Sistem: Merancang arsitektur terintegrasi, skema Natural Language Processing (NLP), pipeline RAG, serta struktur basis data Google Sheets.
3. Pengembangan Prototipe: Merakit node otomatisasi alur kerja (workflow) pada platform n8n, menghubungkan Telegram Bot API, OpenAI Embedding, In-Memory Vector Store, dan Google Sheets API.
4. Pengujian Sistem: Verifikasi fungsi melalui Black Box Testing, pengujian akurasi respons RAG, dan evaluasi kepuasan pengguna (User Acceptance Testing).
5. Evaluasi Sistem: Memperbaiki kelemahan alur percakapan dan prompt berdasarkan hasil pengujian secara terstruktur.
6. Implementasi Sistem: Mengaktifkan chatbot secara penuh pada lingkungan operasional Telegram.

2.2 Teknik Pengumpulan Data dan Keabsahan Data

Pengumpulan data menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan membangun knowledge base. Tiga teknik pengumpulan data yang diterapkan meliputi:

- Wawancara: Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap tujuh narasumber (1 pengelola lembaga, 1 staf customer service, dan 5 calon/siswa aktif) untuk menggali pola pertanyaan umum, kendala operasional, dan ekspektasi fitur.
- Observasi: Pengamatan langsung terhadap alur komunikasi harian antara staf administrasi dan calon siswa untuk memahami variasi gaya bahasa dan kecepatan respons manual.
- Studi Dokumentasi: Pengumpulan dokumen resmi lembaga mencakup brosur program, rincian biaya, jadwal kelas, bank soal placement test, dan data transaksi pembayaran.

Keabsahan data kualitatif diuji menggunakan teknik triangulasi sumber dan metode, yaitu membandingkan data hasil wawancara, catatan observasi lapangan, serta dokumen terstruktur resmi lembaga sebelum di indeks ke dalam basis data. Aspek etika penelitian dijaga dengan menyamarkan identitas pribadi partisipan dan meminta persetujuan penggunaan data transaksi secara anonim.

2.3 Arsitektur Sistem dan Pipeline Retrieval-Augmented Generation (RAG)

Arsitektur sistem dibangun berbasis Conversational User Interface (CUI) Telegram. Pemrosesan alur kerja dikendalikan oleh workflow automation engine n8n yang di-host pada server cloud Sumopod (mengoperasikan 85 node terintegrasi).

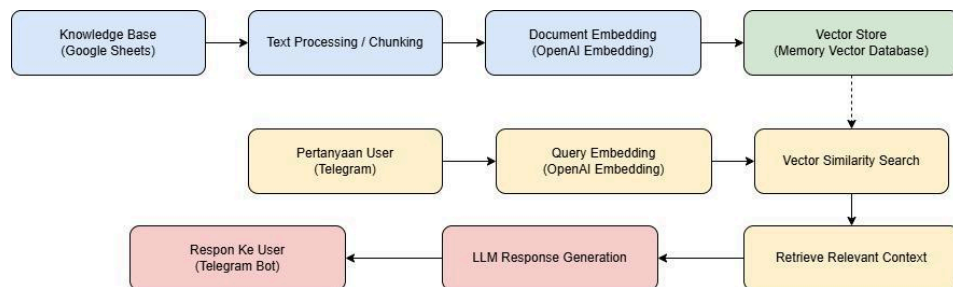


Figure 1. Arsitektur Sistem Chatbot Customer Service Berbasis RAG

Sebagaimana diilustrasikan pada Figure 1, proses kerja sistem terbagi menjadi dua jalur utama:

1. Knowledge Indexing (Terjadwal): Data terstruktur pada Google Sheets diekstrak, dipotong (text chunking), diubah menjadi vektor numerik menggunakan model text-embedding-3-small OpenAI, dan disimpan pada In-Memory Vector Store.
2. Query Processing (Real-Time): Kueri masuk diproses dalam 6 fase NLP (Input, Preprocessing, Embedding, Retrieval berbasis Cosine Similarity, Generation via OpenAI Chat Model berbasis prompt guardrails, dan Output ke Telegram).

Selain RAG untuk kueri eksploratif (KF-02 dan KF-03), sistem menerapkan alur direct lookup ke Google Sheets untuk fitur Cek Status Pembayaran (KF-04) serta alur interaktif bertahap (sequential session management) untuk fitur Placement Test (KF-05).

2.4 Teknik Analisis Aplikasi dan Data

Untuk memastikan penelitian dapat direplikasi, evaluasi kualitas dan kinerja perangkat lunak dianalisis menggunakan tiga teknik:

1. Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing): Pengujian Black Box menguji 24 skenario fungsionalitas (KF-01 hingga KF-07) tanpa melihat struktur internal kode, untuk memverifikasi kebenaran respons sistem terhadap variasi input pengguna.
2. Analisis Akurasi Respons Chatbot (RAG Pipeline): Akurasi diuji dengan mengajukan 25 pertanyaan uji kueri RAG yang mencakup seluruh domain layanan. Respons dikategorikan menjadi Sesuai, Cukup Sesuai, dan Tidak Sesuai. Persentase akurasi dihitung menggunakan Persamaan 1:



$$Akurasi(\%) = \left(\frac{\Sigma \text{Jumlah Jawaban Sesuai}}{\text{Total Pertanyaan}} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

3. Evaluasi Kepuasan Pengguna (User Acceptance Testing / UAT): Pengujian UAT mengukur tingkat kelayakan sistem bagi pengguna akhir (end-user). Kuesioner disebarkan kepada 12 responden (calon siswa, siswa aktif, dan umum) menggunakan skala Likert 1-5. Kuesioner mencakup 5 dimensi: Usability, Feature Awareness, Clarity, Utility, dan Comprehension. Indeks persentase kelayakan SP\$ dihitung menggunakan Persamaan 2:

$$P = \left(\frac{\Sigma x}{\Sigma Xi} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

P = Persentase tingkat kelayakan atau penerimaan UAT.

Σx = Total skor aktual yang diperoleh dari jawaban responden.

ΣXi = Total skor ideal (skor maksimal per butir $\times$ jumlah responden). Hasil persentase indeks UAT

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem chatbot customer service berbasis Retrieval-Augmented Generation (RAG) diselesaikan sesuai rancangan arsitektur terintegrasi yang melibatkan empat komponen utama:

1. Knowledge Base pada Google Sheets: Data aktual lembaga disimpan terstruktur ke dalam lima lembar kerja (Informasi_Kursus, Jadwal_Kursus, Placement_Test, Cek_Pembayaran, dan Hasil_Test). Data teks informasi dipotong (chunking) dan diindeks secara otomatis ke dalam vector memory store via Schedule Trigger pada n8n.
2. Workflow Automation n8n: Diimplementasikan mengoperasikan 85 node terintegrasi pada server cloud Sumopod. Workflow ini mengendalikan pemicuan Webhook Telegram API, pemrosesan NLP, eksekusi pencarian vektor, serta pembentukan prompt ke model bahasa OpenAI Chat Model (gpt-4o-mini / gpt-3.5-turbo).
3. Layanan Interaktif Non-RAG: Fitur Cek Pembayaran diimplementasikan berbasis direct lookup pencocokan nama siswa pada Google Sheets, sedangkan fitur Placement Test diuji melalui alur percakapan interaktif bertahap (sequential session management) yang menyajikan 10 soal pilihan ganda, menghitung persentase skor, dan mengategorikan rekomendasi level kelas secara real-time.
4. Antarmuka Telegram Bot: Menyajikan pesan sambutan, menu navigasi tombol interaktif, dan format balasan percakapan alami yang konsisten.

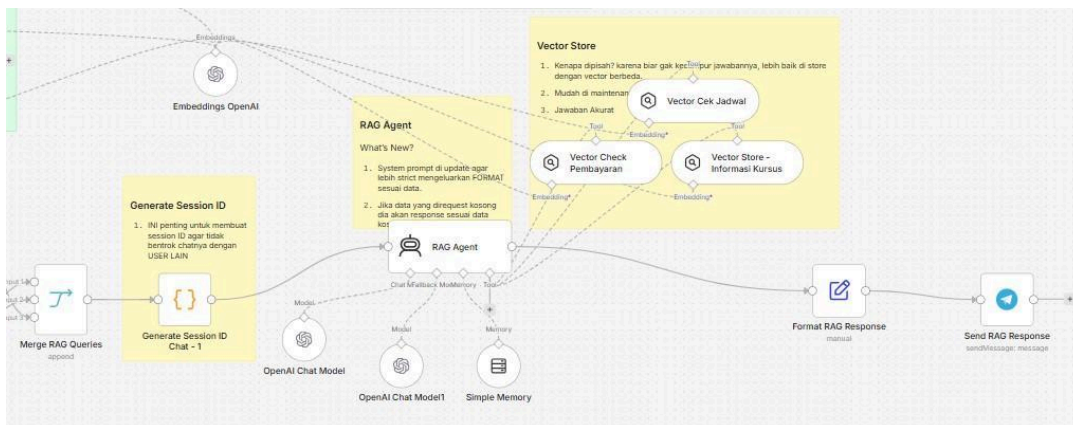


Figure 2 Implementasi Workflow n8n

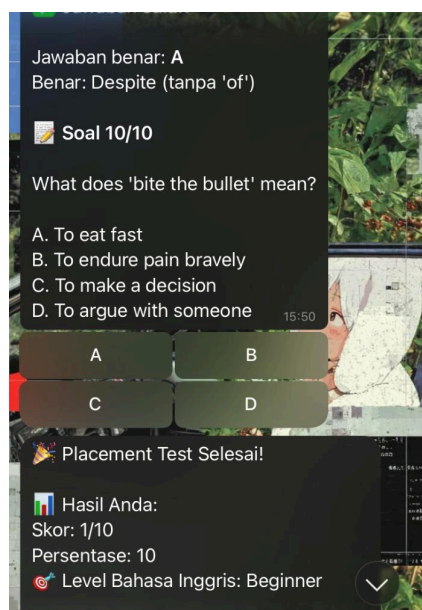


Figure 3 Antarmuka Percakapan Chatbot RAG pada Telegram

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing)

Pengujian Black Box dilakukan untuk memverifikasi kesesuaian eksekusi fungsionalitas sistem (KF-01 hingga KF-07) terhadap 24 skenario uji. Ringkasan hasil pengujian fungsionalitas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Pengujian Black Box Testing



Kebutuhan Fungsional / Fitur Uji	Jumlah Skenario Uji	Berhasil	Gagal	Persentase Keberhasilan
Menu Utama (KF-01)	2	2	0	100%
Informasi Kursus via RAG (KF-02)	4	4	0	100%
Cek Jadwal via RAG (KF-03)	3	3	0	100%
Cek Status Pembayaran via Direct Lookup (KF-04)	3	3	0	100%
Placement Test Interaktif (KF-05)	9	8	1	88,89%
Informasi Kontak Lembaga (KF-06)	1	1	0	100%
Knowledge Indexing Terjadwal (KF-07)	2	2	0	100%
Seluruh Fitur Sistem	24	23	1	95,83%

Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, sistem memperoleh tingkat keberhasilan fungsional sebesar 95,83%. Satu skenario uji mengalami kegagalan (edge case) pada proses pembatalan sesi placement test yang disebabkan oleh ketidaksesuaian pembacaan tipe data string pada kolom status baris Google Sheets oleh node validator n8n.

Pengujian Akurasi Respons Chatbot (RAG Pipeline)

Akurasi RAG diuji dengan mengajukan 25 pertanyaan yang mencakup variasi topik layanan, pertanyaan di luar topik, serta gaya bahasa informal/singkatan. Hasil pengujian akurasi respons disajikan pada Tabel 2.



Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Akurasi Respons Chatbot

Kategori Penilaian Respons	Kriteria Kualitatif	Jumlah Pertanyaan Uji	Persentase (%)
Sesuai	Jawaban relevan, tepat, dan berbasis data faktual KB	22	88,0%
Cukup Sesuai	Jawaban relevan namun kurang rinci / mengarahkan ke CS	3	12,0%
Tidak Sesuai	Jawaban salah / terindikasi halusinasi (hallucination)	0	0,0%
Total Pertanyaan Uji	Total Pertanyaan Uji Kueri RAG	25	100,0%

Berdasarkan Persamaan 1, kalkulasi persentase akurasi sistem adalah:

$$Akurasi(\%) = \left(\frac{22}{25} \right) \times 100\% = 88,0\%$$

Tingkat akurasi sebesar 88,0% membuktikan bahwa pipeline RAG sangat andal dalam menyajikan jawaban relevan. Persentase kesalahan (hallucination) tercatat sebesar 0,0%, di mana kueri di luar cakupan layanan (misalnya "Bagaimana perkembangan Selat Hormuz?") berhasil ditolak secara konsisten oleh instruksi guardrails prompt.

Evaluasi Kepuasan Pengguna (User Acceptance Testing / UAT)

Evaluasi UAT melibatkan 12 responden (calon siswa, siswa aktif, dan umum) untuk menilai 5 indikator utama kelayakan perangkat lunak menggunakan skala Likert 1-5. Distribusi penilaian dan rekapitulasi indeks UAT disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Distribusi Jawaban Responden UAT (N=12)



No	Dimensi Penilaian UAT	STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)
1	Kemudahan Pengoperasian	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	7 (58,3%)	5 (41,7%)
2	Pengenalan Fitur	0 (0,0%)	0 (0,0%)	5 (41,7%)	7 (58,3%)	0 (0,0%)
3	Kejelasan Informasi	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (8,3%)	3 (25,0%)	8 (66,7%)
4	Kesesuaian Jawaban	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (8,3%)	5 (41,7%)	6 (50,0%)
5	Pemahaman Jawaban	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (25,0%)	9 (75,0%)

Tabel 4. Rekapitulasi Indeks Kelayakan User Acceptance Test (UAT)

Kode	Aspek Evaluasi Sistem	Skor Aktual (Σx)	Skor Ideal (ΣX_i)	Persentase Kelayakan (P)	Kategori Kualitatif
A1	Kemudahan Pengoperasian	53	60	88,33%	Sangat Baik
A2	Kecepatan Respons	43	60	71,67%	Baik
A3	Kejelasan Informasi	55	60	91,67%	Sangat Baik
A4	Kesesuaian Jawaban	53	60	88,33%	Sangat Baik
A5	Kepuasan Keseluruhan	57	60	95,00%	Sangat Baik
	Rata-rata Kelayakan UAT	261	300	87,00%	Sangat Baik



Menggunakan Persamaan 2, persentase rata-rata penerimaan pengguna mencapai 87,00%, yang termasuk dalam kategori Sangat Baik / Sangat Layak.

3.3 Pembahasan Kritis

Interpretasi Kinerja RAG dan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penerapan arsitektur RAG yang dikombinasikan dengan pencarian kemiripan vektor (Vector Similarity Search) berbasis cosine similarity terbukti mampu mengatasi keterbatasan LLM generatif murni. Sebanyak 88,0% pertanyaan uji berhasil dijawab dengan tepat tanpa memicu disinformasi (hallucination). Tiga kueri yang memperoleh penilaian Cukup Sesuai (12,0%) terjadi akibat ketidaktersediaan data spesifik pada knowledge base (seperti program khusus anak SD atau skema cicilan biaya). Dalam kondisi ini, system prompt mengarahkan LLM untuk menyarankan pengguna menghubungi admin resmi, yang membuktikan keberhasilan pengamanan (guardrails) sistem.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini memperluas temuan Cahyanti dan Raya (2025) serta Putro et al. (2025) yang mengimplementasikan RAG pada platform web statis. Penelitian ini membuktikan bahwa arsitektur RAG yang diintegrasikan pada platform pesan instan Telegram melalui workflow automation engine n8n mampu mengolah kueri eksploratif sekaligus transaksi terstruktur secara dinamis, melebihi efektivitas RAG berbasis dokumen PDF statis seperti pada penelitian Albert dan Voutama (2025).

Analisis Efisiensi Pemrosesan dan Latensi Sistem

Hasil UAT menunjukkan bahwa dimensi Kecepatan Respons (A2) memperoleh persentase paling rendah, yaitu 71,67% (Kategori Baik). Waktu pemrosesan kueri RAG berkisar antara 3 hingga 6 detik. Latensi ini disebabkan oleh pipeline bottleneck, di mana pesan harus melalui tahapan beruntun: pemicuan Webhook Telegram → pembersihan teks → pembuatan embedding API OpenAI → pencarian vector similarity di memori n8n → eksekusi prompt LLM → hingga balasan Telegram API. Meskipun demikian, latensi 3-6 detik ini secara operasional jauh lebih efisien dibandingkan waktu tunggu layanan manual staf customer service yang membutuhkan waktu beberapa menit hingga berjam-jam.

Kontribusi Ilmiah, Kebaruan (Novelty), dan Implikasi Praktis

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada arsitektur integrasi low-code workflow automation n8n yang menghubungkan pipeline RAG semantik dengan fitur non-RAG (direct lookup pembayaran dan placement test bertahap) dalam satu bot Telegram terpadu. Implikasi praktis bagi MOB English Course Cabang Kediri meliputi:

- Layanan 24/7: Akses informasi operasional dan pendaftaran tersedia tanpa terikat jam kerja staf.
- Konsistensi Informasi: Menghilangkan risiko perbedaan penyampaian harga atau jadwal antar-staf administrasi.



- Otomatisasi Evaluasi: Mengurangi beban kerja administrasi dalam rekapitulasi dan penilaian placement test karena kalkulasi persentase dan penentuan level dilakukan secara otomatis dan tersimpan langsung di Google Sheets.

3.4 Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan teknis yang teridentifikasi dalam penelitian ini meliputi:

1. Keterbatasan Rate Limit API Google Sheets: Penggunaan Google Sheets sebagai basis data operasional berpotensi mengalami keterbatasan pemanggilan API saat volume kueri bersamaan (high concurrency) meningkat.
2. Cakupan Dokumen Knowledge Base: Indeks pengetahuan saat ini terbatas pada data teks terstruktur dan belum mencakup pemrosesan dokumen tak terstruktur seperti gambar atau berkas PDF.
3. Memori Percakapan Sementara: Komponen Simple Memory pada n8n hanya menyimpan riwayat obrolan dalam satu sesi aktif dan akan ter-reset jika sesi dihentikan.

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem chatbot customer service berbasis Retrieval-Augmented Generation (RAG) pada MOB English Course Cabang Kediri, ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pencapaian Tujuan Perancangan Sistem: Sistem chatbot berhasil dibangun dengan mengintegrasikan antarmuka Telegram Bot API, workflow automation engine n8n (85 node), model OpenAI Embedding (text-embedding-3-small), OpenAI Chat Model, dan Google Sheets sebagai basis pengetahuan terpusat. Sistem secara efektif menyajikan empat fitur utama: informasi kursus berbasis RAG, pengecekan jadwal berbasis RAG, pengecekan status pembayaran berbasis direct lookup, dan ujian penempatan (placement test) interaktif bertahap berbasis manajemen sesi.
2. Kinerja dan Kelayakan Sistem: Pengujian Black Box membuktikan stabilitas fungsionalitas dengan tingkat keberhasilan sebesar 95,83% (23 dari 24 skenario uji berhasil). Pengujian akurasi pipeline RAG pada 25 pertanyaan uji mencapai persentase akurasi sebesar 88,0% dengan tingkat disinformasi (hallucination) 0,0%. Evaluasi User Acceptance Testing (UAT) kepada 12 responden menghasilkan tingkat penerimaan pengguna sebesar 87,00%, yang mengategorikan sistem dalam predikat Sangat Baik / Sangat Layak.
3. Kontribusi Ilmiah dan Implikasi: Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa arsitektur hibrida low-code yang menghubungkan pencarian semantik RAG untuk kueri terbuka dengan pemrosesan logika terstruktur (direct lookup dan sequential flow) pada platform pesan instan. Secara praktis, sistem ini berhasil mengatasi kendala operasional layanan manual dengan menyediakan layanan informasi yang responsif, konsisten, dan beroperasi penuh selama 24 jam tanpa batas jam kerja.
4. Keterbatasan Penelitian: Implikasi dari hasil penelitian ini dibatasi oleh skema basis data Google Sheets yang rentan terhadap rate limit pemanggilan API pada concurrency tinggi,



retensi memori percakapan RAG yang masih bersifat sementara (per-session memory), serta cakupan knowledge base yang terbatas pada format teks terstruktur.

4.2 Saran

Berdasarkan temuan penelitian dan keterbatasan yang teridentifikasi, disusun rekomendasi praktis dan teknis sebagai berikut:

1. Rekomendasi bagi Praktisi (MOB English Course Cabang Kediri): Pengelola disarankan untuk melakukan pembaruan (maintenance) data operasional (program, biaya, dan jadwal) pada Google Sheets secara berkala agar informasi yang disajikan oleh chatbot selalu mutakhir dan konsisten.
2. Peningkatan Basis Data Sesi (Metodologi): Untuk peneliti selanjutnya, disarankan mengganti Google Sheets dengan basis data berlatensi rendah seperti Redis atau Supabase khusus pada fungsi manajemen sesi placement test guna meningkatkan kecepatan pemrosesan dan menghindari kegagalan edge case.
3. Pemisahan Workflow dan Manajemen Memori Jangka Panjang: Direkomendasikan untuk memisahkan alur knowledge indexing ke dalam sub-workflow n8n yang modular serta menambahkan basis data persisten untuk menyimpan riwayat percakapan antar-sesi agar pengalaman interaksi pengguna menjadi lebih personal.
4. Perluasan Platform dan Kerangka Evaluasi: Penelitian lanjutan disarankan untuk mengintegrasikan sistem ke platform WhatsApp Business API serta menerapkan kerangka kerja evaluasi terstandarisasi seperti RAGAS (Retrieval-Augmented Generation Assessment) guna mengukur metrik faithfulness, answer relevancy, dan context precision secara kuantitatif-objektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Albert, G. D., & Voutama, A. (2025). Pengembangan Chatbot Berbasis PDF Menggunakan Local Retrieval-Augmented Generation (RAG) dan Ollama. *JITET: Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2)[cite: 2].
<https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6361> [cite: 2]
- [2] Bawiling, G. E., Wondal, F. M., Sendiang, M., & Kereh, T. (2025). Implementasi Retrieval Augmented Generation dan Dynamic Topic Modeling untuk Smart Assistant Berbasis Web. *Jurnal Terapan Informatika Nusantara (TIN)*, 5(4), 9951-9960[cite: 2].
<https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin/article/view/9951> [cite: 2]
- [3] Cahyanti, F. L. D., & Raya, R. D. A. (2025). Perancangan Sistem Informasi Chatbot Retrieval Augmented Generation Berbasis Website Pada PT. Revolusi Cita Edukasi. *Indonesian Journal of Computer Science (IJCS)*, 8(1)[cite: 2].
<https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/ijcs/article/view/8734> [cite: 2]



- [4] Felmi, F. P. (2026). Pengembangan Sistem Informasi Otomotif Berbasis Chatbot Menggunakan DeBERTa. *Jurnal Ilmiah Research and Development Student*, 4(2)[cite: 2].
https://www.researchgate.net/publication/408514684_Pengembangan_Sistem_Informasi_Otomotif_Berbasis_Chatbot_Menggunakan_DeBERTa [cite: 2]
- [5] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis* (8th ed.). Cengage Learning[cite: 1].
- [6] Khairani, L., & Ramadhani, L. (2026). Smart Attendance System: Pemanfaatan WhatsApp Bot sebagai Media Presensi Digital Mahasiswa Berbasis Google Sheets. *ResearchGate*[cite: 2].
https://www.researchgate.net/publication/407460202_Smart_Attendance_System_Pemanfaatan_Watsapp_Bot_sebagai_Media_Presensi_Digital_Mahasiswa_Berbasis_Google_Sheets [cite: 2]
- [7] Khudin, I. Y. S., Sanjaya, A., & Setiawan, A. B. (2026). Implementasi Chatbot Layanan Pelanggan Berbasis NLP Menggunakan Platform Telegram Pada Penyedia Layanan Internet. *Prosiding Seminar Nasional TECHNO REPORT*, 5(1), 641-649[cite: 2].
<https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/9230> [cite: 2]
- [8] Kymberly, G., Al farizi, M. I., & Salsabila, A. N. (2025). The Impact of Chatbots on Customer Service Efficiency. *Jurnal Pengabdian dan Inovasi*, 6(2)[cite: 2].
<https://jpi.eng.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/262> [cite: 2]
- [9] Muhajir, M. D. A., Prastiti, N., & Koeshardianto, M. (2025). Implementasi Chatbot Menggunakan Framework Langchain Berbasis LLM GPT (Studi Kasus: Panduan Akademik Universitas Trunojoyo). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(2), 2151-2158[cite: 2].
<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/13003> [cite: 2]
- [10] Nabila, K. (2025). Enhancing Field Activity Reporting through a Real-Time Telegram Chatbot Integrated with the Google Sheets API. *Indonesian Science Education Journal (ISEJ)*, 6(2), 235-242[cite: 2].
<https://cahaya-ic.com/index.php/ISEJ/article/view/2682/1747> [cite: 2]
- [11] Purwanto, A. (2025). Integrasi N8N dan Algoritma Generative Chatbot untuk Transformasi Digital Penerimaan Mahasiswa Baru. *Jurnal Semaster*, 6(2)[cite: 2].
<http://journal.unilak.ac.id/index.php/Semaster/article/view/30961> [cite: 2]
- [12] Putro, I. P. H., Antoni, J., Adhitya, M. K., Herawati, N. A., Purwarianti, A., & Utama, N. P. (2025). Retrieval-Augmented Generation (RAG) Chatbot for Handling Customer Complaints in the Energy Sector. *Infomedia*, 12(3)[cite: 2].
<https://e-jurnal.pnl.ac.id/infomedia/article/view/7169> [cite: 2]
- [13] Rachman, M. R., Rosidin, M., & Sulistyo, W. Y. (2025). Implementation of Retrieval Augmented Generation Method in Chatbot for Contract Customer Service Automation. *INSECT*, 11(2), 145-156[cite: 2].
- [14] Ramadanti, A. (2026). Implementasi Workflow Automation N8n pada Chatbot Whatsapp untuk Layanan Informasi Kartu Hasil Studi (KHS) Mahasiswa. *Wawasan: Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 4(3), 261-275[cite: 2].
https://www.researchgate.net/publication/408366065_Implementasi_workflow_Automation_N8n_pada_Chatbot_Watsapp_untuk_Layanan_Informasi_Kartu_Hasil_Studi_Khs_Mahasiswa [cite: 2]



- [15] Ramadhani, T., Nada, N. Q., & Nugroho, D. S. (2025). Penerapan Metode Retrieval-Augmented Generation (RAG) Pada Chatbot E-Commerce Berbasis Gemini AI. *Jurnal Ilkominfo*, 3(1), 45-62[cite: 2].
<https://j-ilkominfo.org/index.php/ejournalaikom/article/view/384> [cite: 2]
- [16] Salamun, S., Aprialdo, A., & Sukri. (2024). Optimasi Chatbot dengan Pemanfaatan Natural Language Processing. *Jurnal Komputer dan Terapan*, 10(1), 17-26[cite: 2].
<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/article/view/6181> [cite: 2]
- [17] Samudra, G., Turmudi Zy, A., & Ermanto. (2024). Implementasi Retrieval Augmented Generation (RAG) Dalam Perancangan Chatbot Kesehatan Pencernaan. *Jurnal Sistem Cerdas Dan Aplikasi Informasi (JSAl)*, 6(2), 101-112[cite: 2].
<https://jurnal.umb.ac.id/index.php/JSAl/article/view/7678> [cite: 2]
- [18] Yasmin, S. M., & Fudholi, D. H. (2025). Pengembangan Chatbot Informasi Hukum Layanan Publik Berbasis Retrieval-Augmented Generation Menggunakan LangChain dan OpenAI di Ombudsman DIY. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(9), 2548-2565[cite: 2].
<https://doi.org/10.52436/1.jpti.995> [cite: 2]
- [19] Yusuf, M., Perdana, R. S., & Adikara, P. P. (2026). Analisis Perbandingan Kinerja Metode Retrieval Cosine Similarity dan BM25 pada Chatbot berbasis Retrieval-Augmented-Generation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 10(3)[cite: 2].
- [20] Zamani, A. Z., & Trisanti, N. (2026). Pengembangan Chatbot Customer Service dengan Retrieval-Augmented Generation pada Usaha Mikro Kecil Menengah KampusMadu. *Bulletin of Computer Science Research*, 6(4), 1459-1469[cite: 2].
<https://hostjournals.com/bulletincsr/article/view/1185> [cite: 2]