



PENGEMBANGAN *CHATBOT* BERBASIS *LARGE LANGUAGE MODEL* DENGAN PENDEKATAN *RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION* UNTUK LAYANAN INFORMASI AKADEMIK

MUHAMMAD FARHAN FAHREZY



**TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Proyek Akhir dengan judul “Pengembangan *Chatbot* Berbasis *Large Language Model* dengan Pendekatan *Retrieval-Augmented Generation* untuk Layanan Informasi Akademik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir Laporan Proyek Akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Muhammad Farhan Fahrezy
J0403221155

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MUHAMMAD FARHAN FAHREZY. Pengembangan *Chatbot* Berbasis *Large Language Model* dengan Pendekatan *Retrieval-Augmented Generation* untuk Layanan Informasi Akademik. Dibimbing oleh HARI AGUNG ADRIANTO.

Penyampaian informasi akademik di Sekolah Vokasi IPB masih statis dan terbatas pada jam kerja staf. Penelitian ini bertujuan merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi *chatbot* layanan informasi akademik berbasis *Large Language Model* (LLM) dengan pendekatan *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) guna mengatasi halusinasi informasi. Metode pengembangan menerapkan *Prototyping Process Model* dalam dua iterasi. Pada Iterasi 1, uji fungsionalitas *black-box* berhasil 100%, namun evaluasi RAGAs menunjukkan performa *retrieval* di bawah target. Pada Iterasi 2, optimasi *retrieval* dilakukan menggunakan *hybrid search* (vektor dan BM25), *Reciprocal Rank Fusion* (RRF), *cross-encoder reranking*, dan *section-aware chunking*. Hasil Iterasi 2 menunjukkan seluruh metrik RAGAs melampaui target (nilai *faithfulness* 0,992 dan *context precision* 0,859). Optimasi ini meningkatkan efisiensi sehingga waktu respons turun dari 29,08 detik menjadi 3,90 detik, dan konsumsi memori menjadi 0,30 GB. *Chatbot* ini terbukti akurat dan responsif dalam membantu mahasiswa memperoleh informasi akademik secara mandiri.

Kata kunci: *chatbot*, evaluasi RAGAs, *large language model*, layanan akademik, *retrieval-augmented generation*

ABSTRACT

MUHAMMAD FARHAN FAHREZY. Development of a Large Language Model-Based Chatbot with Retrieval-Augmented Generation Approach for Academic Information Services. Supervised by HARI AGUNG ADRIANTO.

Academic information services at the College of Vocational Studies, IPB University, are currently static and limited to working hours. This study aims to design, develop, and evaluate a Large Language Model (LLM)-based academic information service chatbot using the Retrieval-Augmented Generation (RAG) approach to overcome information hallucinations. The system development adopted the Prototyping Process Model across two iterations. In Iteration 1, black-box testing was 100% successful, yet RAGAs evaluation revealed sub-target retrieval performance. In Iteration 2, retrieval was optimized using hybrid search (vector and BM25), Reciprocal Rank Fusion (RRF), cross-encoder reranking, and section-aware chunking. Iteration 2 results showed all RAGAs metrics exceeded the target (faithfulness of 0.992 and context precision of 0.859). This optimization enhanced system efficiency, cutting response time from 29.08 to 3.90 seconds and reducing memory consumption to 0.30 GB. The chatbot is proven accurate and responsive in helping students access academic information independently.

Keywords: academic services, chatbot, large language model, RAGAs evaluation, retrieval-augmented generation



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PENGEMBANGAN CHATBOT BERBASIS *LARGE LANGUAGE MODEL* DENGAN PENDEKATAN *RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION* UNTUK LAYANAN INFORMASI AKADEMIK

MUHAMMAD FARHAN FAHREZY

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak

**TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Hafidlotul Fatimah Ahmad S.Kom., M.Kom.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Judul Proyek Akhir : Pengembangan *Chatbot* Berbasis *Large Language Model* dengan Pendekatan *Retrieval-Augmented Generation* untuk Layanan Informasi Akademik
Nama : Muhammad Farhan Fahrezy
NIM : J0403221155

Disetujui oleh

Pembimbing:
Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Medhanita Dewi Renanti, S.Kom., M.Kom.
NPI 201807198305122001
Dekan Sekolah Vokasi:
Dr.Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian:
06 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2026 sampai bulan Juni 2026 ini ialah teknologi sistem pencarian informasi otomatis, dengan judul “Pengembangan *Chatbot* Berbasis *Large Language Model* dengan Pendekatan *Retrieval-Augmented Generation* untuk Layanan Informasi Akademik”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, Bapak Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D., yang telah membimbing, memberikan arahan, dan banyak memberikan saran berharga dalam penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Hafidlotul Fatimah Ahmad S.Kom., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, masukan, dan saran yang sangat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penghargaan dan ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Medhanita Dewi Renanti, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak atas dukungan yang diberikan selama masa studi penulis.

Ungkapan terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, doa, motivasi, dan kasih sayang yang tiada henti. Terima kasih pula kepada rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak angkatan 59 serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan proyek akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Muhammad Farhan Fahrezy



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Layanan Informasi Akademik	4
2.2 <i>Chatbot</i>	4
2.3 <i>Large Language Model (LLM)</i>	4
2.4 <i>Chatbot Berbasis LLM</i>	5
2.5 <i>Retrieval-Augmented Generation (RAG)</i>	6
2.6 <i>Prototyping Process Model</i>	7
2.7 Pencarian Hibrida (<i>Hybrid Search</i>)	7
2.8 Algoritma BM25	7
2.9 <i>Reciprocal Rank Fusion (RRF)</i>	7
2.10 <i>Reranking menggunakan Cross-Encoder</i>	7
2.11 <i>Black Box Testing</i>	8
2.12 <i>Retrieval-Augmented Generation Assessment (RAGAs)</i>	8
2.13 <i>Performance Testing</i>	10
III METODE	11
3.1 Lokasi dan Waktu	11
3.2 Metode Pengambilan Data	11
3.3 Prosedur Kerja	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Iterasi 1	19
4.2 Iterasi 2	38
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
RIWAYAT HIDUP	48



DAFTAR TABEL

1. Spesifikasi lingkungan pengembangan	12
2. <i>Technology stack</i>	13
3. Strategi pengujian	15
4. <i>Dataset evaluasi ground truth</i> RAGAs	15
5. Kebutuhan fungsional	19
6. Strategi pengujian iterasi 1	21
7. <i>Black box testing</i>	33
8. Hasil pengujian RAGAs iterasi 1	37
9. <i>Performance testing</i> iterasi 1	38
10. Strategi perbaikan iterasi 2	39
11. Pengujian RAGAs iterasi 2	41
12. <i>Performance testing</i> iterasi 2	43

DAFTAR GAMBAR

1. <i>Model transformer</i> (Vaswani <i>et al.</i> 2017)	5
2. Tahapan <i>naive RAG</i> (Knollmeyer <i>et al.</i> 2025)	6
3. <i>Prototyping process model</i> (Pressman 2019)	12
4. <i>Use case diagram</i> sistem <i>chatbot</i> akademik	22
5. <i>Activity diagram</i> sistem <i>chatbot</i>	23
6. <i>Activity diagram</i> proses <i>login</i>	24
7. <i>Activity diagram</i> proses <i>logout</i>	25
8. <i>Activity diagram</i> proses <i>reset password</i>	25
9. <i>Activity diagram</i> proses <i>upload</i> dokumen	26
10. <i>Activity diagram</i> melihat dokumen	26
11. <i>Activity diagram</i> proses hapus dokumen	27
12. <i>Activity diagram</i> lihat <i>history chat</i>	27
13. <i>Activity diagram</i> hapus <i>history chat</i>	28
14. <i>Entity relationship diagram</i>	29
15. <i>Pipeline RAG</i>	30
16. Tampilan halaman <i>login</i>	30
17. Tampilan halaman <i>chatbot</i>	31
18. Tampilan halaman <i>dashboard</i> admin	31
19. Tampilan halaman kelola dokumen	32
20. Tampilan halaman <i>chat</i> admin	32
21. <i>Pipeline RAG</i> iterasi 2	40