

**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI *CHATBOT*
PEMBELAJARAN BERPIKIR KOMPUTASIONAL BERBASIS
RAG DAN LLM**

MUHAMMAD AJISAKA ARSYI TAJ



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

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 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan dan Evaluasi *Chatbot* Pembelajaran Berpikir Komputasional Berbasis RAG dan LLM” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Muhammad Ajisaka Arsyi Taj
NIM G6401221090



ABSTRAK

MUHAMMAD AJISAKA ARSYI TAJ. Pengembangan dan Evaluasi *Chatbot* Pembelajaran Berpikir Komputasional Berbasis RAG dan LLM. Dibimbing oleh YENI HERDIYENI dan ENDANG PURNAMA GIRI.

Computational Thinking (CT) merupakan mata kuliah wajib di Institut Pertanian Bogor yang konsisten menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa, sementara metode pengajaran yang ada belum mengakomodasi keragaman gaya belajar. Penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi sistem *chatbot* pembelajaran CT berbasis LLM yang diintegrasikan dengan *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), dengan profil kognitif multi-dimensi mahasiswa (Felder-Silverman, Kolb, dan Taksonomi Bloom) sebagai konteks *prompt*. Evaluasi kuantitatif terhadap 210 kasus uji sintetis dalam tujuh kategori membandingkan kondisi dengan dan tanpa RAG, dilengkapi kuesioner persepsi 20 mahasiswa. Hasil menunjukkan kinerja *retrieval* sangat baik (*Precision@K* 1,00; *Recall@K* 0,95; *Mean Similarity* 0,75). Kondisi RAG menghasilkan *Faithfulness* lebih tinggi (0,69 vs 0,64) dan *Hallucination Risk* lebih rendah (0,21 vs 0,24), meski *Answer Accuracy* sedikit lebih rendah (88,6% vs 90,5%) akibat desain *baseline* yang minimalis. Persepsi pengguna mengonfirmasi relevansi respons sistem. Temuan ini membuktikan RAG meningkatkan keselarasan dan menekan halusinasi LLM pada domain pembelajaran teknis.

Kata kunci: *chatbot* pembelajaran, *computational thinking*, *hallucination detection*, *large language model*, *retrieval-augmented generation*

ABSTRACT

MUHAMMAD AJISAKA ARSYI TAJ. Pengembangan dan Evaluasi *Chatbot* Pembelajaran Berpikir Komputasional Berbasis RAG dan LLM. Supervised by YENI HERDIYENI and ENDANG PURNAMA GIRI.

Computational Thinking (CT) is a mandatory course at Institut Pertanian Bogor that consistently poses difficulties for students, while existing teaching methods fail to accommodate diverse learning styles. This study develops and evaluates an LLM-based CT tutoring chatbot integrated with Retrieval-Augmented Generation (RAG) using multi-dimensional student cognitive profiles (Felder-Silverman, Kolb, and Bloom's Taxonomy) as prompt context. Quantitative evaluation on 210 synthetic test cases across seven categories compared conditions with and without RAG, supplemented by a perception questionnaire from 20 students. Results show strong retrieval performance (*Precision@K 1,00*; *Recall@K 0,95*; *Mean Similarity 0,75*). The RAG condition yielded higher Faithfulness (0,69 vs 0,64) and lower Hallucination Risk (0,21 vs 0,24), though Answer Accuracy was slightly lower (88,6% vs 90,5%) due to a minimalist baseline design. User perception confirms system response relevance. These findings demonstrate that RAG improves response alignment and reduces hallucination risk in a technical learning domain.

Keywords: *chatbot tutoring, computational thinking, hallucination detection, large language model, retrieval-augmented generation*



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 2026¹
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 DAN EVALUASI *CHATBOT* PEMBELAJARAN BERPIKIR KOMPUTASIONAL BERBASIS RAG DAN LLM

MUHAMMAD AJISAKA ARSYI TAJ

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada
Program Sarjana Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
U Ahmad Ridha, S.Kom, M.S

- 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.



Judul : Pengembangan Dan Evaluasi *Chatbot* Pembelajaran Berpikir
Komputasional Berbasis RAG Dan LLM
Nama : Muhammad Ajisaka Arsyi Taj
NIM : G6401221090

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Yeni Herdiyeni, S.Si, M.Kom



Pembimbing 2:
Endang Purnama Giri, S.Kom, M.Kom



Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom, M.Kom
NIP 19810809 200812 1 002



Tanggal Ujian:
16 Juli 2026

Tanggal Lulus:
3 Agustus 2026



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 September 2025 sampai bulan Juli 2026 ini ialah pembelajaran berpikir komputasional berbasis *Large Language Model* yang diintegrasikan dengan *Retrieval-Augmented Generation*, dengan judul “Pengembangan dan Evaluasi *Chatbot* Pembelajaran Berpikir Komputasional Berbasis RAG dan LLM”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Yeni Herdiyeni, S.Si, M.Kom dan Endang Purnama Giri, S.Kom, M.Kom yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada almarhum ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya, serta teman-teman satu tim peneliti yang terus berjuang bersama melaksanakan penelitian ini.

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

Bogor, Juli 2026

Muhammad Ajisaka Arsyi Taj

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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 Gaya Belajar dan Dimensi Kognitif	4
2.2 <i>Large Language Model</i>	4
2.3 <i>Retrieval-Augmented Generation</i>	5
2.4 <i>Faithfulness</i> dan <i>Hallucination Detection</i>	5
2.5 Sistem Pembelajaran Cerdas Berbasis LLM dan RAG	6
III METODE	7
3.1 Data Penelitian	7
3.2 Kerangka dan Tahapan Penelitian	9
3.3 Metrik Evaluasi dan Formula Matematis	16
3.4 Prosedur Evaluasi	26
3.5 Peralatan Penelitian	29
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil	30
4.2 Pembahasan	35
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	66



DAFTAR TABEL

1	Dimensi Profil Kognitif yang Diadopsi	7
2	Komponen Isi File Profil Kognitif	8
3	Pertanyaan Kuesioner Berkaitan RAG-LLM	14
4	Metrik <i>Retrieval</i> (Kondisi A)	14
5	Metrik Generasi (Kondisi A dan B)	15
6	Kerangka perbandingan kondisi evaluasi	16
7	Interpretasi nilai <i>Precision@K</i>	18
8	Interpretasi nilai <i>Recall@K</i>	19
9	Interpretasi nilai <i>Mean Similarity</i>	19
10	Interpretasi nilai <i>Coverage</i>	20
11	Interpretasi nilai <i>Source Diversity</i>	21
12	Interpretasi nilai <i>Faithfulness</i>	24
13	Interpretasi nilai <i>Hallucination Risk</i>	25
14	Interpretasi nilai <i>Answer Accuracy</i>	25
15	Ringkasan metrik, formula, dan target nilai	26
16	Komponen kerangka pertanyaan kasus uji	26
17	Distribusi kasus uji per kategori	27
18	Ringkasan seluruh hasil evaluasi kedua kondisi	30
19	Distribusi <i>Precision@K</i> dan <i>Recall@K</i> per Rentang Nilai	31
20	Distribusi nilai <i>Mean Similarity</i>	31
21	Statistik deskriptif <i>Coverage</i> dan <i>Source Diversity</i>	31
22	<i>Faithfulness</i> per kategori kasus uji (Kondisi A vs B)	32
23	Distribusi <i>Hallucination Risk</i> Kondisi A dan B	32
24	<i>Answer Accuracy</i> per kategori kasus uji	32
25	Pencapaian hasil Kondisi A terhadap target evaluasi	33
26	Distribusi Skor C1: Kesesuaian Respons Terhadap Materi CT	34
27	Distribusi Skor C2: Frekuensi Informasi Tidak Relevan	34
28	Pola Keberhasilan Beserta Indikator dan Penjelasan	38
29	Pola Kegagalan Beserta Indikator dan Penjelasan	38
30	<i>Faithfulness</i> dan <i>Answer Accuracy</i> per level kognitif	39
31	Pemetaan rumusan masalah dan temuan empiris	40

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram tahapan penelitian berbasis DSRM	9
2	Struktur direktori sistem <i>chatbot</i>	10
3	<i>Flowchart</i> RAG	11
4	<i>Activity diagram</i> sistem <i>chatbot</i>	12
5	Diagram implementasi sistem	13
6	Diagram Venn Irisan <i>Answer Accuracy</i> Kondisi A dan Kondisi B	33



DAFTAR LAMPIRAN

1	Contoh Isi File Profil Kognitif (<i>3TAR.txt</i>)	47
2	Daftar Dokumen Materi CT dalam Basis Pengetahuan RAG (38 file)	48
3	<i>Template Prompt</i> Kondisi A (RAG Aktif + Profil Kognitif)	50
4	<i>Template Prompt</i> Kondisi B (<i>Baseline</i> tanpa RAG)	52
5	Daftar Frasa <i>Contradiction</i> dan <i>Uncertainty</i>	53
6	Sampel Kasus Uji per Kategori (Format Lengkap)	55
7	Dokumentasi Evaluasi Satu Kasus Lengkap	58
8	Ringkasan Hasil Evaluasi per Kasus Uji (Sampel 20 Kasus)	65



@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.