



RANCANGAN MODEL ASISTEN VIRTUAL BERBASIS RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION UNTUK Mendukung Pembelajaran Mahasiswa Di Perguruan Tinggi

Jumar¹⁾, Farhan Mahendra¹⁾, Raul Mahya Komaran¹⁾, Shaffira Vulkanietta Lusiana¹⁾, Budi Tjahjono¹⁾

¹⁾Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul

Jl. Arjuna Utara No.9, Duri Kupa, Kebon Jeruk, Jakarta Barat

email: jumarwhk@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 16 April 2026

Accepted : 24 Mei 2026

Published : 27 Juni 2026

Keywords:

Asisten virtual

Pembelajaran mahasiswa

Retrieval-Augmented

Generation

Generative AI

Pendidikan tinggi

IEEE style in citing this article:

Jumar, F. Mahendra, R. M. Komaran, S. V. Lusiana, and B. Tjahjono, "Rancangan Model Asisten Virtual Berbasis Retrieval-Augmented Generation untuk Mendukung Pembelajaran Mahasiswa di Perguruan Tinggi", *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 96-106, Juni. 2026.

Corresponding Author:

Jumar

Ilmu Komputer, Universitas Esa

Unggul

email: jumarwhk@gmail.com

ABSTRACT

Pemanfaatan kecerdasan buatan generatif di perguruan tinggi semakin dekat dengan aktivitas belajar mahasiswa, terutama ketika mahasiswa membutuhkan penjelasan tambahan, bahan pendukung, atau arahan awal dalam memahami materi. Di sisi lain, pemanfaatan AI generatif masih menimbulkan persoalan terkait akurasi jawaban, keterlacakan sumber, integritas akademik, dan kecenderungan mahasiswa menerima jawaban secara instan tanpa proses telaah yang memadai. Artikel ini bertujuan merumuskan rancangan model asisten virtual berbasis Retrieval-Augmented Generation (RAG) sebagai pendamping belajar mahasiswa di perguruan tinggi. Metode yang digunakan adalah kajian konseptual melalui studi pustaka dan perancangan model sistem. Literatur yang ditelaah mencakup chatbot pendidikan, RAG, generative AI di pendidikan tinggi, AI dalam pembelajaran pemrograman, serta isu etika penggunaan AI. Model yang diusulkan mencakup pengelolaan dokumen pembelajaran, prapemrosesan, chunking, embedding, basis data vektor, retrieval, konstruksi prompt, generasi jawaban, dan evaluasi respons. Hasil kajian menunjukkan bahwa RAG berpotensi memberi jawaban yang lebih kontekstual karena respons diarahkan pada dokumen akademik yang telah ditentukan. Kontribusi artikel ini berupa rancangan konseptual, alur pemanfaatan, serta indikator evaluasi yang dapat dijadikan dasar pengembangan prototipe asisten virtual pembelajaran secara lebih terukur.

1. PENDAHULUAN

Kehadiran kecerdasan buatan generatif mulai mengubah cara mahasiswa belajar di perguruan tinggi. Mahasiswa tidak lagi hanya mengandalkan Learning Management System, forum kelas, atau penjelasan dosen secara langsung, tetapi juga mulai menggunakan chatbot dan asisten virtual ketika membutuhkan penjelasan awal terhadap materi yang dianggap sulit. Situasi ini menunjukkan bahwa AI dapat menjadi ruang bertanya yang cepat, fleksibel, dan mudah diakses. Namun, kemudahan tersebut tetap perlu ditempatkan secara kritis karena jawaban AI belum tentu selaras dengan materi kuliah, kebijakan akademik, atau rujukan yang digunakan dosen.

Sejumlah kajian tentang chatbot pendidikan memperlihatkan bahwa sistem percakapan dapat membantu proses belajar apabila tujuan, teknologi, dan bentuk evaluasinya dirancang dengan jelas [1], [2]. Meta-analisis Laun dan Wolff juga menegaskan bahwa manfaat chatbot dalam pendidikan tidak muncul secara otomatis, tetapi dipengaruhi oleh konteks penggunaan, desain sistem, dan kesiapan pengguna [3]. Dengan demikian, persoalan utama bukan sekadar apakah mahasiswa dapat bertanya kepada AI, melainkan bagaimana AI tersebut dirancang agar dapat membantu pemahaman tanpa mengurangi proses berpikir kritis mahasiswa.

Retrieval-Augmented Generation (RAG) menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut. RAG memadukan proses pencarian informasi dengan kemampuan generatif model bahasa. Dalam alurnya, sistem mengambil potongan dokumen yang paling relevan terlebih dahulu, lalu menggunakan potongan tersebut sebagai dasar penyusunan jawaban. Pendekatan ini

penting dalam konteks akademik karena respons tidak hanya bergantung pada pengetahuan internal model, tetapi diarahkan agar tetap terhubung dengan sumber pembelajaran yang telah ditentukan [4], [5].

Penelitian mengenai RAG di bidang pendidikan mulai menunjukkan peluang yang cukup kuat. Khan dkk. merancang asisten virtual pendidikan berbasis RAG untuk menjawab kebutuhan informasi mahasiswa di lingkungan universitas [6]. Nemeth dkk. juga menunjukkan bahwa RAG menarik untuk tutor AI di pendidikan tinggi karena dosen dapat mengendalikan literatur atau dokumen yang menjadi sumber jawaban [7]. Dengan demikian, RAG dapat dipahami sebagai jembatan antara kebutuhan mahasiswa terhadap penjelasan yang cepat dan kebutuhan akademik terhadap jawaban yang dapat ditelusuri sumbernya.

Dari sisi pengguna, mahasiswa memiliki pola pemanfaatan dan tingkat penerimaan yang tidak selalu sama. Persepsi terhadap chatbot dapat dipengaruhi oleh jenjang akademik, bidang studi, pengalaman belajar, dan kebutuhan personal [8]. Keinginan mahasiswa untuk terus menggunakan ChatGPT atau chatbot sejenis juga berkaitan dengan persepsi manfaat, kenyamanan, dan pengalaman belajar yang dirasakan [9], [10]. Oleh karena itu, rancangan asisten virtual RAG tidak cukup hanya memperhatikan aspek teknis, tetapi juga perlu mempertimbangkan pengalaman pengguna dan cara sistem tersebut mendukung proses belajar.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini menyusun rancangan model asisten virtual berbasis RAG sebagai pendamping belajar mahasiswa di perguruan tinggi. Fokus pembahasan diarahkan pada arsitektur sistem, alur pemanfaatan, indikator evaluasi, manfaat potensial, serta tantangan

teknis, pedagogis, dan etis. Kontribusi utama artikel ini terletak pada penyusunan rancangan konseptual yang menghubungkan arsitektur RAG dengan kebutuhan pembelajaran mahasiswa, khususnya agar jawaban AI tetap berbasis dokumen, dapat ditelusuri, dan tidak diposisikan sebagai pengganti peran dosen.

1.1. Asisten Virtual dan Chatbot Pendidikan

Asisten virtual dalam pendidikan dapat dipahami sebagai sistem percakapan yang membantu pengguna melalui dialog berbasis teks atau suara. Di perguruan tinggi, sistem ini dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan administratif, menjelaskan ulang konsep, memberi contoh latihan, membantu mahasiswa menyiapkan diskusi, atau mengarahkan mahasiswa pada sumber belajar tertentu. Okonkwo dan Ade-Ibijola menjelaskan bahwa chatbot telah digunakan dalam berbagai konteks pendidikan, baik sebagai pendamping pembelajaran maupun sebagai layanan informasi akademik [1].

Walaupun demikian, keberhasilan chatbot pendidikan tidak hanya ditentukan oleh kemampuannya menghasilkan jawaban. Debets dkk. menekankan bahwa tujuan pembelajaran, teori yang mendasari rancangan sistem, teknologi yang digunakan, kriteria evaluasi, dan dampaknya terhadap pengguna perlu dipertimbangkan secara menyeluruh [2]. Studi lain juga menunjukkan bahwa persepsi awal pengguna terhadap ChatGPT mencakup manfaat sekaligus kekhawatiran, terutama terkait akurasi, kepercayaan, dan cara penggunaan dalam aktivitas akademik [11].

1.2. Retrieval-Augmented Generation

Retrieval-Augmented Generation merupakan pendekatan yang menghubungkan pencarian dokumen dengan kemampuan generatif model

bahasa. Dalam alur RAG, dokumen akademik terlebih dahulu diproses, dipecah menjadi bagian yang lebih kecil, direpresentasikan dalam bentuk embedding, lalu disimpan dalam basis data vektor. Ketika pengguna mengajukan pertanyaan, sistem mengambil bagian dokumen yang paling relevan dan menjadikannya konteks bagi model bahasa dalam menyusun jawaban.

Dalam aplikasi pendidikan, RAG dinilai penting karena dapat memperkuat relevansi dan keterlacakan jawaban [4]. Arslan dkk. menjelaskan bahwa RAG banyak digunakan pada kebutuhan berbasis domain tertentu, terutama ketika sistem harus menjawab pertanyaan berdasarkan kumpulan pengetahuan yang spesifik [5]. Dalam konteks perguruan tinggi, domain tersebut dapat berupa modul kuliah, slide dosen, silabus, artikel ilmiah, panduan akademik, atau dokumen lain yang telah diverifikasi.

RAG juga dapat mengurangi risiko jawaban yang terlalu umum. Pada pembelajaran mahasiswa, terutama dalam mata kuliah teknis, jawaban yang terlihat meyakinkan belum tentu sesuai dengan materi yang sedang dipelajari. Dengan menambahkan konteks dari dokumen sumber, sistem dapat diarahkan untuk menjawab lebih dekat dengan materi yang berlaku. Namun, kualitas RAG tetap bergantung pada mutu dokumen, strategi chunking, model embedding, kemampuan retriever, serta instruksi prompt yang digunakan [6], [7].

1.3. Generative AI dalam Pendidikan Tinggi

Generative AI dan large language model mulai memengaruhi cara mahasiswa mencari informasi, menyusun ide, dan memahami materi. Shi dkk. menunjukkan bahwa LLM dalam pendidikan memiliki peluang untuk mendukung personalisasi pembelajaran, bantuan otomatis, dan akses

informasi yang lebih luas, tetapi tetap membawa tantangan seperti akurasi, bias, dan reliabilitas [12]. Ma juga menunjukkan bahwa kajian ChatGPT di pendidikan tinggi berkembang dalam berbagai disiplin, tema riset, dan pendekatan adopsi [13].

Perkembangan tersebut mendorong perguruan tinggi untuk menyusun panduan penggunaan AI. Wang dkk. menemukan bahwa sejumlah universitas telah menyediakan kebijakan, sumber daya, dan pedoman terkait ChatGPT, meskipun tingkat kedalaman dan kesiapan kebijakannya berbeda-beda [14]. Jin dkk. memperlihatkan bahwa adopsi GenAI di pendidikan tinggi telah menjadi perhatian institusional secara global [15]. Lee dkk. menunjukkan bahwa pendidik memandang GenAI sebagai peluang sekaligus tantangan dalam proses belajar mengajar [16]. Salih dkk. serta Belkina dkk. juga menegaskan bahwa implementasi GenAI perlu dilihat dari sisi praktik pembelajaran, adopsi institusi, dan kesiapan lingkungan akademik [17], [18].

Dalam konteks asesmen dan integritas akademik, penggunaan GenAI perlu diarahkan agar tidak menggeser tujuan pembelajaran. Gruenhagen dkk. menyoroti penggunaan chatbot oleh mahasiswa untuk membantu pengerjaan asesmen dan dampaknya terhadap integritas akademik [26]. Li dkk. serta Founng dkk. menunjukkan bahwa praktik menulis, refleksi, dan asesmen perlu menyesuaikan diri dengan kehadiran LLM dan alat daring lain [19], [20]. Oleh karena itu, RAG sebaiknya ditempatkan sebagai pendamping belajar, bukan sebagai alat yang menggantikan proses berpikir mahasiswa.

1.4. AI dalam Pembelajaran Pemrograman dan Lintas Mata Kuliah

Pada mata kuliah teknis seperti pemrograman, AI chatbot dapat membantu mahasiswa memahami sintaks, membaca alur algoritma, menelusuri kemungkinan

bug, dan menjelaskan potongan kode. Groothuijsen dkk. menunjukkan bahwa penggunaan chatbot dalam pendidikan pemrograman dapat memengaruhi cara mahasiswa belajar dan menyelesaikan tugas pada mata kuliah scientific computing [21]. Lepp dan Kaimre juga mengaitkan penggunaan GenAI dengan persepsi, pola penggunaan, dan performa mahasiswa dalam pembelajaran pemrograman [22].

Yilmaz dan Yilmaz memperkenalkan gagasan augmented intelligence dalam pembelajaran pemrograman, yaitu AI digunakan untuk memperkuat kemampuan berpikir mahasiswa, bukan menggantikan proses belajar manusia [23]. Perspektif ini relevan untuk pembelajaran lintas mata kuliah. Kajian tentang chatbot dalam pembelajaran bahasa juga menunjukkan bahwa AI dapat membantu latihan, praktik, dan eksplorasi materi apabila digunakan secara terarah [24], [25]. Dengan demikian, asisten virtual RAG dapat diposisikan sebagai sistem pendukung yang memperluas akses belajar, tetapi tetap memerlukan rancangan pedagogis dan kontrol akademik.

2. METODE PENELITIAN

Artikel ini menggunakan pendekatan konseptual berbasis studi pustaka dan rancangan model sistem. Kajian pustaka dilakukan dengan menelaah artikel ilmiah tahun 2021-2026 yang berkaitan dengan chatbot pendidikan, Retrieval-Augmented Generation, generative AI di pendidikan tinggi, AI dalam pembelajaran pemrograman, serta isu etika dan integritas akademik. Pendekatan ini dipilih karena artikel tidak melaporkan hasil eksperimen lapangan, melainkan merumuskan kerangka rancangan yang dapat dijadikan dasar pengembangan prototipe pada penelitian berikutnya.

Tahapan kajian dilakukan melalui identifikasi literatur yang relevan,

pengelompokan tema utama, penarikan konsep penting, dan penyusunan rancangan arsitektur sistem. Tema yang dikaji mencakup kebutuhan pengguna, komponen teknis RAG, pemanfaatan dalam pembelajaran, strategi evaluasi, serta risiko penggunaan. Hasil telaah tersebut kemudian disusun menjadi model konseptual yang menggambarkan hubungan antara dokumen pembelajaran, proses retrieval, generasi jawaban, dan evaluasi respons.

Apabila rancangan ini dikembangkan menjadi penelitian lanjutan, subjek yang relevan adalah mahasiswa perguruan tinggi dari berbagai program studi atau mata kuliah yang memiliki pengalaman menggunakan AI chatbot atau asisten virtual untuk belajar. Objek penelitiannya adalah pemanfaatan asisten virtual berbasis RAG sebagai pendamping pembelajaran. Fokus evaluasi dapat diarahkan pada kualitas respons, keterlacakan sumber, pengalaman pengguna, kontribusi terhadap pembelajaran, serta risiko penggunaan.

Teknik pengumpulan data pada pengujian lanjutan dapat menggunakan kuesioner skala Likert, wawancara, observasi penggunaan, dan analisis log interaksi. Kuesioner dapat mencakup dimensi perceived usefulness, perceived ease of use, trust, learning support, dan risk awareness. Data kuantitatif dapat dianalisis secara deskriptif, sedangkan data kualitatif dapat dianalisis dengan analisis tematik agar pengalaman mahasiswa dapat dibaca secara lebih utuh.

Tabel 1. Rancangan indikator evaluasi pemanfaatan asisten virtual RAG

Aspek	Indikator	Sumber Data
Pemanfaatan sistem	frekuensi penggunaan, jenis pertanyaan, konteks penggunaan, kebutuhan belajar	kuesioner, log interaksi, wawancara
Kualitas respons	akurasi, relevansi, kejelasan, kelengkapan, dan	rubrik evaluasi, observasi, penilaian dosen

	keterlacakan sumber	
Dukungan pembelajaran	pemahaman materi, motivasi, kemandirian, keterlibatan, dan kepercayaan diri	kuesioner dan wawancara
Risiko penggunaan	ketergantungan, kesalahan jawaban, privasi, bias, dan integritas akademik	wawancara, log interaksi, analisis kebijakan

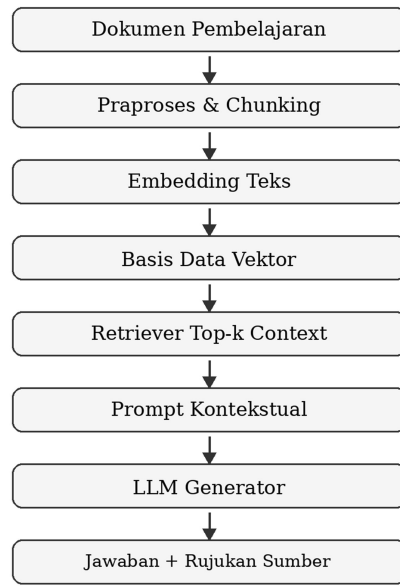
Tabel 1 merangkum indikator evaluasi yang dapat digunakan apabila rancangan ini dikembangkan menjadi prototipe. Indikator tersebut tidak hanya menilai performa teknis sistem, tetapi juga melihat sejauh mana sistem membantu mahasiswa memahami materi, belajar lebih mandiri, dan menggunakan AI secara bertanggung jawab.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rancangan Arsitektur Sistem RAG

Kontribusi utama artikel ini adalah rancangan model asisten virtual berbasis RAG untuk mendukung pembelajaran mahasiswa di perguruan tinggi. Model dimulai dari penyiapan sumber pengetahuan, seperti modul kuliah, slide dosen, silabus, artikel ilmiah, catatan pembelajaran, atau dokumen akademik lain yang telah dinyatakan layak digunakan. Dokumen tersebut perlu dibersihkan, diberi metadata, dan dikelola agar asal jawaban dapat ditelusuri dengan jelas.

Setelah dokumen siap, sistem melakukan chunking untuk membagi dokumen menjadi bagian yang lebih kecil dan terfokus. Setiap chunk kemudian diubah menjadi embedding dan disimpan dalam basis data vektor. Ketika mahasiswa bertanya, retriever mengambil beberapa chunk yang paling relevan. Hasil retrieval digabungkan dengan pertanyaan mahasiswa dan instruksi sistem, kemudian LLM menyusun jawaban berdasarkan konteks tersebut.



Gambar 1. Rancangan arsitektur asisten virtual berbasis RAG

Gambar 1 menunjukkan bahwa kualitas jawaban asisten virtual sangat dipengaruhi oleh kualitas sumber, teknik pemecahan dokumen, kemampuan pencarian semantik, dan instruksi prompt. Jika sumber tidak relevan atau retrieval gagal menemukan konteks yang tepat, jawaban yang dihasilkan dapat menjadi kurang akurat. Oleh karena itu, sistem perlu dilengkapi mekanisme evaluasi, rujukan sumber, dan batasan jawaban ketika konteks yang tersedia tidak mencukupi.

3.2. Alur Pemanfaatan dalam Pembelajaran

Dalam pembelajaran, asisten virtual RAG dapat digunakan pada tiga tahap, yaitu sebelum, selama, dan setelah perkuliahan. Sebelum kelas, mahasiswa dapat meminta ringkasan awal, penjelasan istilah, atau gambaran konsep dari materi yang akan dipelajari. Saat kelas berlangsung atau ketika mengerjakan tugas, mahasiswa dapat menggunakan sistem untuk mengklarifikasi bagian materi yang belum dipahami. Setelah kelas, sistem dapat membantu mahasiswa mengulang materi,

membuat pertanyaan reflektif, atau menelusuri kembali sumber yang relevan.

Pada pembelajaran pemrograman, asisten virtual RAG dapat membantu menjelaskan konsep dasar seperti variabel, fungsi, struktur data, algoritma, API, atau debugging. Namun, sistem sebaiknya tidak langsung memberi jawaban akhir tanpa penjelasan. Respons yang lebih mendidik adalah respons yang menjelaskan alur berpikir, menunjukkan bagian kode yang bermasalah, memberi petunjuk bertahap, dan mengarahkan mahasiswa kembali pada materi kuliah.

Pada mata kuliah non-pemrograman, RAG juga dapat digunakan untuk menelusuri rujukan, memahami istilah akademik, menyusun ringkasan awal, atau menyiapkan bahan diskusi. Nilai tambah RAG terletak pada kemampuannya menghubungkan jawaban dengan dokumen akademik yang tersedia. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya memperoleh jawaban cepat, tetapi juga memiliki kesempatan untuk memeriksa sumber yang menjadi dasar jawaban.

Tabel 2. Komponen rancangan sistem RAG untuk pembelajaran

Komponen	Fungsi	Catatan Implementasi
Sumber dokumen	menjadi basis pengetahuan sistem	menggunakan modul, slide, silabus, dan artikel yang telah diverifikasi
Chunking	membagi dokumen menjadi bagian yang lebih terfokus	ukuran chunk perlu menjaga konteks dan kesinambungan makna
Embedding	mengubah teks menjadi representasi vektor	mendukung pencarian berdasarkan kemiripan semantik
Basis data vektor	menyimpan dan mengambil embedding	perlu dilengkapi metadata sumber dan versi dokumen
Retriever	mengambil konteks yang paling relevan	hasil retrieval perlu diuji dengan pertanyaan nyata
Generator	menyusun jawaban berdasarkan konteks	jawaban perlu menyebut sumber dan batasan konteks

Tabel 2 memperlihatkan bahwa RAG merupakan arsitektur sistem yang melibatkan beberapa komponen, mulai dari

pengolahan dokumen, penyimpanan embedding, pencarian semantik, integrasi API, hingga evaluasi respons. Dalam konteks Topics in Programming, rancangan ini relevan karena menggabungkan konsep arsitektur perangkat lunak, basis data, integrasi API, clean code, dan evaluasi kualitas perangkat lunak.

3.3. Potensi Manfaat bagi Mahasiswa

Pemanfaatan asisten virtual berbasis RAG memiliki beberapa manfaat potensial. Pertama, sistem dapat menyediakan bantuan belajar yang cepat dan fleksibel sehingga mahasiswa dapat bertanya ketika mengalami kesulitan tanpa harus menunggu jadwal konsultasi. Kedua, sistem dapat membantu menjaga jawaban tetap dekat dengan dokumen akademik yang digunakan sehingga mahasiswa lebih mudah menelusuri dasar penjelasan.

Ketiga, RAG dapat mendukung kemandirian belajar. Mahasiswa dapat meminta penjelasan ulang, contoh tambahan, atau penyederhanaan konsep yang kompleks. Dalam pembelajaran pemrograman, sistem dapat membantu mahasiswa memahami proses debugging dan logika program secara bertahap. Keempat, sistem dapat membantu dosen dan program studi menyediakan layanan akademik berbasis dokumen, terutama untuk pertanyaan yang berulang dan membutuhkan rujukan yang jelas.

Meskipun demikian, manfaat tersebut masih bersifat potensial dan perlu diuji melalui prototipe nyata. Artikel ini tidak mengklaim bahwa RAG secara otomatis meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Peningkatan pemahaman hanya dapat disimpulkan melalui pengukuran empiris, misalnya melalui kuesioner, observasi, analisis log, wawancara, atau perbandingan hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan sistem.

3.4. Tantangan Teknis, Pedagogis, dan Etis

Tantangan teknis utama dalam penerapan RAG terletak pada kualitas dokumen dan kualitas retrieval. Dokumen yang tidak terstruktur, terlalu panjang, tidak diperbarui, atau tidak sesuai dengan kebutuhan mata kuliah dapat menurunkan kualitas respons. Selain itu, strategi chunking yang kurang tepat dapat membuat konteks terpotong sehingga sistem kehilangan hubungan antarbagian materi.

Tantangan pedagogis muncul ketika mahasiswa menggunakan AI sebagai jalan pintas. Jika sistem hanya memberi jawaban akhir, mahasiswa dapat kehilangan kesempatan untuk memahami proses. Karena itu, desain jawaban perlu diarahkan pada pembelajaran bertahap, misalnya melalui penjelasan konsep, contoh terbatas, pertanyaan reflektif, dan arahan untuk memeriksa sumber.

Tantangan etis mencakup privasi data, integritas akademik, bias informasi, dan ketergantungan berlebihan. Apabila log interaksi digunakan untuk evaluasi, data mahasiswa harus dianonimkan dan dikelola secara aman. Sistem juga perlu memiliki batasan yang jelas, misalnya menolak memberi jawaban yang mendorong pelanggaran akademik atau menyatakan ketidakcukupan konteks ketika sumber tidak mendukung jawaban [14], [26], [27].

Tabel 3. Strategi implementasi asisten virtual RAG yang bertanggung jawab

Strategi	Penjelasan
Validasi sumber	dokumen yang digunakan harus sah, relevan, mutakhir, dan sesuai dengan konteks mata kuliah
Jawaban berbasis rujukan	respons perlu menampilkan atau menyebutkan sumber konteks yang digunakan
Batasan jawaban	sistem perlu menyatakan ketidakcukupan konteks dan menghindari jawaban spekulatif
Literasi AI	mahasiswa perlu memahami manfaat, batasan, bias, dan risiko penggunaan AI
Perlindungan data	log interaksi perlu dianonimkan dan hanya digunakan untuk tujuan akademik yang jelas
Evaluasi berkala	akurasi, relevansi, dan dampak penggunaan perlu ditinjau secara periodik

Tabel 3 menunjukkan bahwa penerapan RAG yang bertanggung jawab membutuhkan kombinasi antara validasi sumber, desain interaksi, literasi AI, perlindungan data, dan evaluasi berkala. Dengan pendekatan ini, RAG tidak hanya dipahami sebagai teknologi percakapan, tetapi sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran yang perlu dikelola secara akademik.

3.5. Implikasi terhadap Pengembangan Sistem Akademik

Dari sudut pandang Topics in Programming, rancangan asisten virtual RAG memiliki relevansi kuat dengan pengembangan perangkat lunak modern. Sistem ini melibatkan arsitektur aplikasi berbasis layanan, pengelolaan dokumen, embedding, basis data vektor, API, prompt engineering, dan evaluasi respons. Setiap komponen perlu dirancang secara modular agar mudah diuji, dipelihara, dan dikembangkan.

Pengembangan RAG juga membutuhkan prinsip clean code dan maintainability. Komponen preprocessing, chunking, retrieval, dan prompt construction sebaiknya dipisahkan secara jelas agar perubahan pada satu bagian tidak merusak bagian lain. Selain itu, aspek keamanan perlu diperhatikan, terutama ketika sistem memproses dokumen internal kampus atau log interaksi mahasiswa.

Rancangan ini juga membuka peluang penelitian pada bidang Human-AI Interaction. Peneliti dapat mengkaji bagaimana mahasiswa membangun kepercayaan terhadap jawaban AI, bagaimana keterlacakan sumber memengaruhi persepsi akurasi, serta bagaimana desain respons dapat mendorong mahasiswa untuk tetap berpikir kritis. Dengan demikian, RAG tidak hanya menjadi topik teknis, tetapi juga topik yang berkaitan dengan pengalaman pengguna dan etika akademik.

3.6. Skenario Evaluasi Prototipe

Agar rancangan ini dapat diuji secara terukur, prototipe asisten virtual RAG dapat dievaluasi melalui beberapa skenario. Skenario pertama adalah pertanyaan konseptual, misalnya mahasiswa meminta penjelasan tentang konsep algoritma, basis data, atau arsitektur aplikasi. Skenario kedua adalah pertanyaan teknis, seperti membaca potongan kode atau menjelaskan kemungkinan kesalahan logika program.

Skenario ketiga adalah penelusuran rujukan, yaitu ketika mahasiswa meminta sistem menunjukkan bagian materi yang menjadi dasar jawaban. Skenario keempat adalah pertanyaan di luar domain, misalnya pertanyaan yang tidak tersedia dalam dokumen sumber. Skenario ini penting untuk melihat apakah sistem mampu membatasi jawaban dan tidak memaksakan respons yang tidak didukung konteks.

Evaluasi prototipe dapat melibatkan dosen sebagai penilai kualitas akademik. Dosen dapat memeriksa apakah jawaban sesuai dengan materi, tidak menyesatkan, dan tidak menggantikan proses belajar mahasiswa. Selain itu, mahasiswa dapat diminta menilai kejelasan penjelasan, kemudahan penggunaan, kepercayaan terhadap sistem, dan manfaat yang dirasakan selama proses belajar.

Tabel 4. Skenario pengujian prototipe asisten virtual RAG

Skenario	Tujuan Pengujian	Kriteria Keberhasilan
Pertanyaan konseptual	menilai kemampuan sistem menjelaskan materi	jawaban relevan, jelas, dan sesuai sumber
Pertanyaan teknis	menilai dukungan pada pemrograman atau tugas teknis	penjelasan bertahap dan tidak menggantikan proses belajar
Penelusuran rujukan	menilai keterlacakan jawaban	sistem menyebutkan sumber atau bagian dokumen yang digunakan
Pertanyaan di luar domain	menilai kemampuan sistem membatasi jawaban	sistem menyatakan konteks tidak cukup dan tidak berhalusinasi

Tabel 4 memperlihatkan bahwa evaluasi prototipe perlu mencakup kondisi normal dan kondisi batas. Dengan cara ini, pengujian tidak hanya menilai kemampuan sistem menjawab pertanyaan, tetapi juga kemampuan sistem menjaga akurasi, menampilkan sumber, dan membatasi jawaban ketika konteks tidak memadai.

3.7. Keterbatasan Artikel

Keterbatasan artikel ini adalah belum adanya pengujian empiris terhadap prototipe yang digunakan langsung oleh mahasiswa. Oleh karena itu, klaim yang disajikan dibatasi pada rancangan konseptual, potensi manfaat, dan strategi implementasi berdasarkan kajian literatur. Validasi lebih lanjut diperlukan melalui uji coba sistem, evaluasi dosen, serta pengukuran pengalaman mahasiswa.

4. KESIMPULAN

Artikel ini menyimpulkan bahwa asisten virtual berbasis Retrieval-Augmented Generation berpotensi menjadi pendamping belajar mahasiswa di perguruan tinggi karena dapat menghubungkan jawaban AI dengan dokumen akademik yang telah ditentukan. Rancangan model yang diusulkan mencakup pengelolaan sumber dokumen, chunking, embedding, basis data vektor, retrieval, konstruksi prompt, generasi jawaban, dan evaluasi respons. Dalam konteks pembelajaran, RAG dapat membantu mahasiswa memperoleh penjelasan yang lebih kontekstual, menelusuri sumber, dan belajar secara lebih mandiri, selama penggunaannya tetap didampingi prinsip validasi sumber dan etika akademik.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan prototipe RAG menggunakan dokumen pembelajaran nyata dan mengujinya kepada mahasiswa melalui pendekatan mixed methods. Pengujian perlu menilai kualitas respons,

keterlacakan sumber, pengalaman pengguna, dampak terhadap pemahaman, serta risiko etis seperti privasi, bias, dan integritas akademik. Dengan pengujian empiris, kontribusi RAG terhadap pembelajaran dapat dinilai secara lebih kuat dan tidak berhenti pada rancangan konseptual.

5. REFERENSI

- [1] C. W. Okonkwo and A. Ade-Ibijola, "Chatbots applications in education: A systematic review," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 2, p. 100033, 2021, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100033.
- [2] T. Debets, S. K. Banihashem, D. J.-T. Brinke, T. E. J. Vos, G. M. de B. Wenniger, and G. Camp, "Chatbots in education: A systematic review of objectives, underlying technology and theory, evaluation criteria, and impacts," *Comput. Educ.*, vol. 234, p. 105323, 2025, doi: 10.1016/j.compedu.2025.105323.
- [3] M. Laun and F. Wolff, "Chatbots in education: Hype or help? A meta-analysis," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 119, p. 102646, 2025, doi: 10.1016/j.lindif.2025.102646.
- [4] Z. Li, Z. Wang, W. Wang, K. Hung, H. Xie, and F. L. Wang, "Retrieval-augmented generation for educational application: A systematic survey," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 8, p. 100417, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100417.
- [5] M. Arslan, H. Ghanem, S. Munawar, and C. Cruz, "A Survey on RAG with LLMs," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 246, pp. 3781–3790, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.09.178.
- [6] U. H. Khan, M. H. Khan, and R. Ali, "Large Language Model based Educational Virtual Assistant using

- RAG Framework," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 252, pp. 905–911, 2025, doi: 10.1016/j.procs.2025.01.051.
- [7] R. Nemeth, A. Tatrai, M. Szabo, P. T. Zaletnyik, and A. Tamasi, "Exploring the use of retrieval-augmented generation models in higher education: A pilot study on artificial intelligence-based tutoring," *Soc. Sci. Humanit. Open*, vol. 12, p. 101751, 2025, doi: 10.1016/j.ssaho.2025.101751.
- [8] C. Stohr, A. W. Ou, and H. Malmstrom, "Perceptions and usage of AI chatbots among students in higher education across genders, academic levels and fields of study," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100259, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100259.
- [9] A. Fageeh, "The rise of chatbots in higher education: Exploring user profiles, motivations, and integration strategies," *Soc. Sci. Humanit. Open*, vol. 12, p. 101996, 2025, doi: 10.1016/j.ssaho.2025.101996.
- [10] N. Annamalai, B. Bervell, D. O. Mireku, and R. P. K. Andoh, "Artificial intelligence in higher education: Modelling students' motivation for continuous use of ChatGPT based on a modified self-determination theory," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 8, p. 100346, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100346.
- [11] R. H. Mogavi *et al.*, "ChatGPT in education: A blessing or a curse? A qualitative study exploring early adopters' utilization and perceptions," *Comput. Hum. Behav. Artif. Humans*, vol. 2, p. 100027, 2024, doi: 10.1016/j.chbah.2023.100027.
- [12] Y. Shi, K. Yu, Y. Dong, and F. Chen, "Large language models in education: A systematic review of empirical applications, benefits, and challenges," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 10, p. 100529, 2026, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100529.
- [13] T. Ma, "Systematically visualizing ChatGPT used in higher education: Publication trend, disciplinary domains, research themes, adoption and acceptance," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 8, p. 100336, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100336.
- [14] H. Wang, A. Dang, Z. Wu, and S. Mac, "Generative AI in higher education: Seeing ChatGPT through universities' policies, resources, and guidelines," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100326, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100326.
- [15] Y. Jin, L. Yan, V. Echeverria, D. Gasevic, and R. Martinez-Maldonado, "Generative AI in higher education: A global perspective of institutional adoption policies and guidelines," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 8, p. 100348, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100348.
- [16] D. Lee *et al.*, "The impact of generative AI on higher education learning and teaching: A study of educators' perspectives," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100221, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100221.
- [17] S. Salih, O. Husain, M. Hamdan, S. Abdelsalam, H. Elshafie, and A. Motwakel, "Transforming education with AI: A systematic review of ChatGPT's role in learning, academic practices, and institutional adoption," *Results Eng.*, vol. 25, p. 103837, 2025, doi: 10.1016/j.rineng.2024.103837.
- [18] M. Belkina *et al.*, "Implementing generative AI (GenAI) in higher education: A systematic review of case studies," *Comput. Educ. Artif.*

- Intell.*, vol. 8, p. 100407, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100407.
- [19] Y. Li *et al.*, "Can large language models write reflectively," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 4, p. 100140, 2023, doi: 10.1016/j.caeai.2023.100140.
- [20] D. Foung, L. Lin, and J. Chen, "Reinventing assessments with ChatGPT and other online tools: Opportunities for GenAI-empowered assessment practices," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100250, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100250.
- [21] S. Groothuisen, A. van den Beemt, J. C. Remmers, and L. W. van Meeuwen, "AI chatbots in programming education: Students' use in a scientific computing course and consequences for learning," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100290, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100290.
- [22] M. Lepp and J. Kaimre, "Does generative AI help in learning programming: Students' perceptions, reported use and relation to performance," *Comput. Hum. Behav. Reports*, vol. 18, p. 100642, 2025, doi: 10.1016/j.chbr.2025.100642.
- [23] R. Yilmaz and F. G. K. Yilmaz, "Augmented intelligence in programming learning: Examining student views on the use of ChatGPT for programming learning," *Comput. Hum. Behav. Artif. Humans*, vol. 1, p. 100005, 2023, doi: 10.1016/j.chbah.2023.100005.
- [24] J. Du and B. K. Daniel, "Transforming language education: A systematic review of AI-powered chatbots for English as a foreign language speaking practice," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100230, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100230.
- [25] B. Li, Y. L. Tan, C. Wang, and V. Lowell, "Two years of innovation: A systematic review of empirical generative AI research in language learning and teaching," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 9, p. 100445, 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100445.
- [26] J. H. Gruenhagen, P. M. Sinclair, J.-A. Carroll, P. R. A. Baker, A. Wilson, and D. Demant, "The rapid rise of generative AI and its implications for academic integrity: Students' perceptions and use of chatbots for assistance with assessments," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100273, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100273.
- [27] N. Abdallah, R. Katmah, K. Khalaf, and H. F. Jelinek, "Systematic review of ChatGPT in higher education: Navigating impact on learning, wellbeing, and collaboration," *Soc. Sci. Humanit. Open*, vol. 12, p. 101866, 2025, doi: 10.1016/j.ssaho.2025.101866.