

## NASKAH ORISINAL

# Sistem Administrasi Berbasis Artificial Intelligence: Implementasi WhatsApp Chatbot dengan Teknologi RAG untuk Departemen Teknik Komputer IT

Arta Kusuma Hernanda\* | Susi Juniastuti | Surya Sumpeno | Mochamad Hariadi | I Ketut Eddy Purnama | Reza Fuad Rachmadi | Supeno Mardi Susiki Nugroho

Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111, Indonesia.

## Korespondensi

\*Arta Kusuma Hernanda, Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Alamat e-mail: [artakusuma@its.ac.id](mailto:artakusuma@its.ac.id)

## Alamat

Laboratorium Telematika dan Multimedia Cerdas (B201), Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## Abstrak

Departemen Teknik Komputer Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) menghadapi tantangan pengelolaan layanan administrasi yang masih bersifat manual, mengakibatkan penumpukan antrian dan keterlambatan respons terhadap pertanyaan mahasiswa. Kondisi ini diperparah oleh ketidakseimbangan kapasitas yang signifikan, di mana satu staf kemahasiswaan harus melayani lebih dari 480 mahasiswa aktif dari empat angkatan yang berjalan bersamaan. Penelitian ini mengembangkan sistem layanan administrasi berbasis *Artificial Intelligence* melalui implementasi *chatbot WhatsApp* bernama Sakai (*Smart Admin DTK ITS*) dengan teknologi *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), yang ditujukan secara langsung bagi mahasiswa aktif dan staf administrasi Departemen Teknik Komputer ITS sebagai penerima manfaat utama. Sistem dibangun menggunakan platform otomasi n8n dan terintegrasi dengan basis data akademik departemen melalui *ceits.id* untuk memberikan respons otomatis yang akurat dan kontekstual. WhatsApp dipilih karena tingkat penetrasi tinggi di kalangan mahasiswa Indonesia, sementara teknologi RAG memungkinkan sistem menghasilkan jawaban natural dari *knowledge base* departemen. Hasil pengujian terhadap 1.050 pertanyaan uji menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 77,6% dengan rata-rata latensi respons 8,19 detik dan latensi minimum 0,01 detik. Luaran mencakup sistem yang siap digunakan, publikasi ilmiah, dan dokumentasi teknis yang dapat diadaptasi oleh departemen lain di ITS maupun perguruan tinggi lainnya sebagai model transformasi digital layanan administrasi pendidikan tinggi.

## Kata Kunci:

*Artificial Intelligence, WhatsApp Chatbot, RAG Technology, Layanan Administrasi.*

## 1 | PENDAHULUAN

### 1.1 | Latar Belakang

Era digital saat ini menuntut transformasi dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan sistem administrasi di institusi pendidikan tinggi. Departemen Teknik Komputer Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai salah satu program studi unggulan di bidang teknologi informasi menghadapi tantangan dalam memberikan layanan administrasi yang efisien dan responsif kepada mahasiswa dan *stakeholder* terkait.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah sistem administrasi konvensional yang masih bergantung pada interaksi manual antara mahasiswa dengan staf administrasi. Kondisi ini tidak lagi memadai mengingat ketidakseimbangan kapasitas yang signifikan: dengan hanya satu staf kemahasiswaan yang melayani lebih dari 480 mahasiswa aktif dari empat angkatan yang berjalan bersamaan, volume pertanyaan rutin yang masuk jauh melampaui kapasitas penanganan manual. Observasi awal terhadap pola layanan administrasi departemen menunjukkan bahwa sebagian besar pertanyaan yang masuk bersifat repetitif — mencakup informasi jadwal kuliah, data dosen pengampu mata kuliah, prosedur pengajuan dokumen, dan persyaratan administrasi kemahasiswaan — yang secara teknis dapat diotomatisasi. Kondisi ini mengakibatkan penumpukan antrean, keterlambatan penyampaian informasi, dan keterbatasan akses layanan di luar jam kerja kantor. Teknologi *automation* dipandang sebagai solusi yang dapat mengubah paradigma layanan pendidikan tinggi menjadi lebih efisien dan *accessible*<sup>[1]</sup>.

Perkembangan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Natural Language Processing* (NLP) telah membuka peluang besar untuk mengotomatisasi layanan administrasi melalui implementasi *chatbot* cerdas. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *chatbot* dalam konteks pendidikan dapat memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan aksesibilitas layanan dan mendukung proses pembelajaran<sup>[2]</sup>. *WhatsApp*, sebagai platform komunikasi yang paling populer di Indonesia dengan penetrasi pengguna mencapai 87% dari total populasi digital, menjadi pilihan strategis untuk implementasi *chatbot* administrasi<sup>[3]</sup>.

Teknologi *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas respons sistem AI dengan menggabungkan kemampuan pencarian informasi (*retrieval*) dan generasi teks yang kontekstual<sup>[4]</sup>. RAG memungkinkan model bahasa besar untuk mengakses basis pengetahuan eksternal secara dinamis, sehingga menghasilkan respons yang lebih akurat, faktual, dan relevan dengan konteks spesifik institusi<sup>[5]</sup>.

Implementasi sistem administrasi berbasis AI ini sejalan dengan visi digitalisasi kampus ITS dan secara langsung berkontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 4 (*Quality Education*) melalui peningkatan aksesibilitas layanan akademik yang merata, responsif, dan tersedia sepanjang waktu bagi seluruh mahasiswa, serta SDG 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) melalui pembangunan infrastruktur layanan digital berbasis kecerdasan buatan yang inovatif dan berkelanjutan di lingkungan pendidikan tinggi Indonesia.

### 1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Berkaitan dengan transformasi digital layanan administrasi yang merupakan bagian dari penerapan nilai-nilai efisiensi dan aksesibilitas dalam pendidikan tinggi, yaitu suatu bentuk layanan akademik yang berlandaskan prinsip *student-centered service* dan *continuous availability*. Di sini dimaksudkan bahwa Departemen Teknik Komputer ITS dapat memberikan layanan administrasi yang benar-benar terjamin keakuratan informasi dan kemudahan aksesnya bagi seluruh civitas akademika.

Salah satu upaya implementasinya adalah dengan melakukan pengembangan dan integrasi sistem *chatbot* Sakai yang menerapkan teknologi RAG berbasis *WhatsApp*. Sistem ini mengintegrasikan *database* pengetahuan departemen dengan platform akademik *ceits.id* melalui *workflow automation* menggunakan *n8n*, memungkinkan respons otomatis yang akurat dan kontekstual kepada pengguna 24/7. Selain itu, untuk menjamin kualitas layanan, dilakukan pelatihan dan pendampingan bagi staf administrasi terkait pengoperasian sistem, manajemen *knowledge base*, serta mekanisme *escalation* untuk penanganan kasus kompleks yang memerlukan intervensi manusia.

Setelah terpenuhinya persyaratan teknis meliputi integrasi API, konfigurasi *workflow automation*, dan pengujian sistem dengan tingkat akurasi respons mencapai standar minimal 90%, maka akan terjadi transformasi layanan administrasi di Departemen Teknik Komputer ITS menjadi layanan digital yang responsif, efisien, dan dapat diakses kapan saja. Implementasi ini diharapkan

dapat menjadi model percontohan bagi departemen lain di lingkungan ITS maupun institusi pendidikan tinggi lainnya dalam upaya modernisasi layanan akademik berbasis kecerdasan buatan.

### 1.3 | Target Luaran

Menghadapi tantangan keterlambatan respons dan ketidakefisienan layanan administrasi manual di Departemen Teknik Komputer ITS, solusi yang ditawarkan melalui program pengabdian ini adalah pengembangan dan implementasi *chatbot* Sakai berbasis *WhatsApp* dengan teknologi RAG. Sistem ini dirancang untuk memberikan layanan administrasi otomatis, menjawab pertanyaan mahasiswa terkait prosedur akademik, jadwal kuliah, persyaratan administrasi, dan informasi kemahasiswaan lainnya dengan respons yang cepat dan akurat. Implementasi sistem ini diharapkan dapat mengurangi beban kerja staf administrasi dan meningkatkan kepuasan mahasiswa terhadap layanan administrasi departemen. Untuk memastikan keberlanjutan dan replikasi inovasi ini, program pengabdian memiliki dua target luaran utama:

1. Integrasi Sistem dengan Platform *ceits.id*: Tercapainya integrasi penuh antara *chatbot* Sakai dengan platform sistem akademik departemen *ceits.id* yang memungkinkan sinkronisasi data. Integrasi ini memastikan informasi yang disampaikan selalu aktual, konsisten, dan selaras dengan *database* akademik departemen.
2. Publikasi Artikel Ilmiah: Publikasi pada jurnal pengabdian masyarakat terakreditasi nasional yang memuat metodologi pengembangan, arsitektur sistem, hasil pengujian performa, serta analisis dampak implementasi terhadap efisiensi layanan administrasi. Artikel ilmiah ini berfungsi sebagai dokumentasi akademis dan panduan replikasi bagi institusi pendidikan lain yang ingin mengadopsi teknologi serupa, sehingga berkontribusi pada transformasi digital layanan administrasi pendidikan tinggi di Indonesia secara lebih luas.

## 2 | TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi *chatbot* dalam layanan pendidikan tinggi telah menjadi fokus penelitian dalam beberapa tahun terakhir. Okonkwo dan Ade-Ibijola<sup>[2]</sup> dalam *systematic review* mereka mengidentifikasi berbagai aplikasi *chatbot* dalam pendidikan, termasuk untuk layanan administrasi akademik, bimbingan mahasiswa, dan dukungan pembelajaran. Studi tersebut menunjukkan bahwa *chatbot* berbasis AI memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi layanan pendidikan dengan menyediakan respons cepat dan konsisten terhadap pertanyaan rutin mahasiswa. Relevansi temuan ini terhadap konteks pengabdian masyarakat sangat signifikan: penerapan *chatbot* bukan sekadar eksperimen laboratorium, melainkan intervensi nyata yang mentransformasi kualitas layanan institusi bagi civitas akademika sebagai penerima manfaat langsung.

Penelitian lebih lanjut tentang kepuasan mahasiswa terhadap penggunaan *chatbot* menunjukkan hasil yang positif. Studi oleh Roca et al.<sup>[6]</sup> menganalisis korelasi antara faktor-faktor yang memengaruhi intensi mahasiswa dalam menggunakan *chatbot* dan persepsi kebermanfaatannya, menemukan bahwa kepuasan mahasiswa sangat dipengaruhi oleh kecepatan, aksesibilitas, dan efektivitas *chatbot* sebagai alat pendidikan. Sejalan dengan itu, penelitian tentang dampak *chatbot* terhadap pembelajaran dan kepuasan mahasiswa dalam program pendidikan kewirausahaan menunjukkan bahwa teknologi *chatbot* memiliki dampak positif dengan tingkat kepuasan sangat tinggi ( $Mean = 4.65, S.D. = 0.44$ ), di mana mahasiswa menganggap *chatbot* sebagai metode pengajaran yang menarik dan inovatif<sup>[7]</sup>.

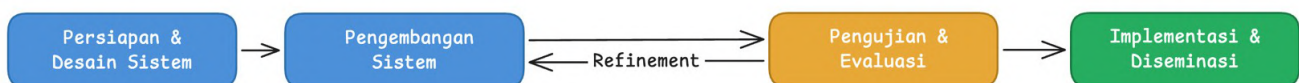
Teknologi *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas respons *chatbot* dengan menggabungkan kemampuan pencarian informasi dan generasi bahasa alami. Lewis et al.<sup>[4]</sup> mendemonstrasikan bahwa RAG mampu menghasilkan respons yang lebih akurat dan faktual untuk tugas-tugas NLP yang membutuhkan pengetahuan intensif, dengan mengintegrasikan mekanisme *retrieval* terhadap dokumen eksternal sebelum proses generasi teks. Survei komprehensif oleh Gao et al.<sup>[5]</sup> menunjukkan bahwa pendekatan RAG dapat mengurangi masalah halusinasi pada model bahasa besar dan meningkatkan relevansi jawaban terhadap konteks spesifik domain. Lebih lanjut, survei terbaru tentang aplikasi RAG dalam pendidikan mengidentifikasi 47 publikasi yang menunjukkan bahwa arsitektur RAG yang relatif sederhana membuatnya mudah diimplementasikan untuk berbagai kebutuhan pendidikan, dengan kemampuan mengatasi hambatan utama adopsi *chatbot* LLM dalam pendidikan yaitu halusinasi<sup>[8]</sup>. Penelitian tentang RAG untuk aplikasi pendidikan juga menekankan pentingnya teknologi ini dalam meningkatkan akurasi faktual dan memungkinkan pembaruan pengetahuan dinamis, menjadikannya sangat sesuai untuk aplikasi pendidikan<sup>[9]</sup>.

Platform *WhatsApp* telah menjadi pilihan strategis untuk implementasi *chatbot* di berbagai sektor, termasuk pendidikan, dengan pertimbangan yang melampaui sekadar popularitas platform. Data menunjukkan bahwa *WhatsApp* memiliki penetrasi pengguna tertinggi di Indonesia mencapai 87% dari populasi digital<sup>[3]</sup>. Secara khusus, penelitian menunjukkan bahwa 51% mahasiswa lebih memilih saluran pendidikan *online*, dan sekitar 26% di antaranya lebih memilih menggunakan saluran pesan *asynchronous* seperti *WhatsApp* untuk keperluan operasional universitas dibandingkan berbicara langsung dengan agen manusia<sup>[10]</sup>. Keunggulan sifat *asynchronous* ini sangat relevan dalam konteks layanan akademik: mahasiswa dapat mengajukan pertanyaan kapan saja — di luar jam kerja, di malam hari, maupun di akhir pekan — tanpa tekanan untuk mendapat respons instan, sementara sistem tetap memberikan jawaban secara otomatis. Implementasi *chatbot WhatsApp* dalam institusi pendidikan telah terbukti efektif untuk berbagai *use case* termasuk bantuan penerimaan mahasiswa, dukungan akademik, pengumpulan dokumen, dan komunikasi institusional<sup>[11]</sup>.

Dalam pengembangan sistem *chatbot* modern, platform *workflow automation* seperti n8n memainkan peran krusial dalam mengintegrasikan berbagai komponen sistem. n8n sebagai platform *workflow automation open-source* memungkinkan integrasi yang efisien antara berbagai komponen termasuk API *WhatsApp*, sistem RAG, dan *database* institusi melalui arsitektur berbasis *node* yang visual dan fleksibel<sup>[12]</sup>. Platform n8n menyediakan *pre-built integrations* dengan berbagai LLM dan *database*, memungkinkan koneksi mudah antara seluruh komponen yang diperlukan, eksperimen dengan berbagai konfigurasi, serta skalabilitas sesuai kebutuhan<sup>[13]</sup>. Aspek keberlanjutan (*sustainability*) menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan n8n: sebagai platform *open-source* yang dapat *self-hosted*, sistem tidak bergantung pada layanan berlangganan pihak ketiga yang dapat berubah harga atau kebijakan sewaktu-waktu, sehingga kelangsungan operasional layanan administrasi departemen terjamin dalam jangka panjang.

### 3 | METODE KEGIATAN

Pengembangan sistem *chatbot* Sakai (Smart Admin DTK ITS) menggunakan pendekatan siklus pengembangan yang sistematis dan iteratif, sebagaimana digambarkan pada Gambar 1. Siklus pengembangan terdiri dari empat tahap utama: (1) Persiapan & Desain Sistem, (2) Pengembangan Sistem, (3) Pengujian & Evaluasi, dan (4) Implementasi & Diseminasi. Terdapat mekanisme *refinement* antara tahap Pengujian & Evaluasi dan Pengembangan Sistem, yang memungkinkan perbaikan berkelanjutan berdasarkan hasil uji sebelum sistem dinyatakan siap untuk diimplementasikan secara penuh.

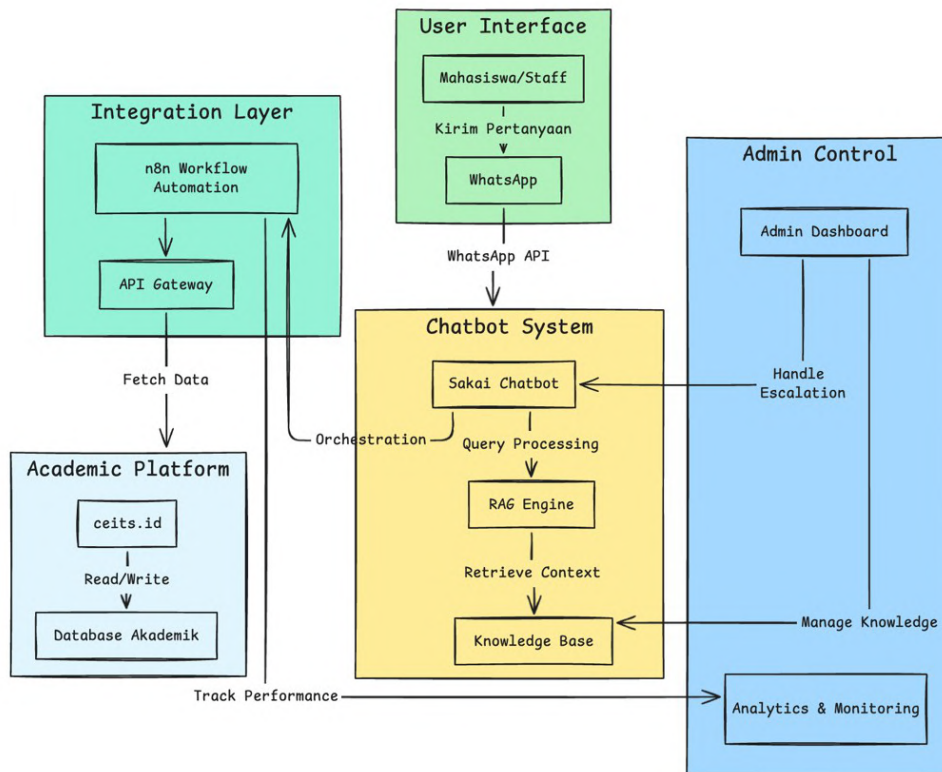


**Gambar 1** Blok diagram siklus pengabdian.

Tahap pertama, Persiapan & Desain Sistem, mencakup analisis kebutuhan fungsional melalui survei kepada 150 mahasiswa, 5 staf tenaga pendidik, dan 5 dosen untuk mengidentifikasi pertanyaan yang sering diajukan dan pola interaksi layanan. Berdasarkan hasil analisis, dikembangkan knowledge-base yang mencakup informasi prosedur akademik, jadwal perkuliahan, data dosen pengampu, persyaratan administrasi, dan panduan kemahasiswaan. Pada tahap ini pula dirancang arsitektur sistem secara menyeluruh yang menjadi acuan implementasi pada tahap berikutnya.

Arsitektur keseluruhan sistem Sakai ditampilkan pada Gambar 2, yang terdiri dari empat lapisan utama yang saling terintegrasi. Pertama, *User Interface Layer* menempatkan *WhatsApp* sebagai kanal komunikasi utama, di mana mahasiswa dan staf mengirimkan pertanyaan melalui platform yang sudah familiar. Pesan masuk diteruskan ke *Chatbot System Layer* melalui *WhatsApp Business API*, di mana *chatbot* memproses pertanyaan menggunakan *RAG Engine* yang mengambil konteks relevan dari knowledge-base departemen untuk menghasilkan respons yang akurat dan kontekstual. Kedua, *Integration Layer* menggunakan n8n *Workflow Automation* sebagai *orchestration engine* yang mengoordinasikan seluruh alur pemrosesan, dilengkapi *API Gateway* untuk komunikasi yang aman dengan sistem eksternal. Ketiga, *Academic Platform Layer* menyediakan data akademik *real-time* melalui integrasi dengan *ceits.id* dan *Database Akademik* departemen, memastikan informasi yang disampaikan selalu

aktual dan konsisten. Keempat, *Admin Control Layer* memungkinkan staf administrasi mengelola *knowledge-base*, menangani eskalasi kasus kompleks yang tidak dapat diselesaikan sistem secara otomatis, serta memantau performa layanan melalui dasbor *Analytics & Monitoring*.



**Gambar 2** Blok diagram keseluruhan sistem.

Tahap Pengembangan Sistem mencakup implementasi *workflow n8n*, konfigurasi *WhatsApp API*, pengembangan *RAG Engine* menggunakan Qwen Flash 3.5 dari Alibaba Studio sebagai *language model*, serta integrasi dengan *endpoint API ceits.id* untuk akses data akademik secara *real-time*. Mekanisme eskalasi ke petugas manusia dikonfigurasi dengan cara memberikan jawaban berupa saran agar mahasiswa datang secara langsung menemui staf atau petugas departemen untuk menangani pertanyaan di luar cakupan *knowledge-base* pada kasus yang memerlukan kebijaksanaan administratif, sehingga sistem tidak pernah membiarkan mahasiswa tanpa jawaban.

Tahap Pengujian & Evaluasi dilakukan dengan pengujian sistematis menggunakan 1.050 pertanyaan uji yang diklasifikasikan ke dalam lima *route* pemrosesan, yaitu:

- Academic* : pertanyaan terkait informasi akademik departemen seperti data dosen, jadwal kuliah, mata kuliah, dan prosedur administrasi, yang dijawab langsung melalui *RAG Engine* berbasis *knowledge base*;
- Study* : pertanyaan seputar materi pembelajaran, referensi perkuliahan, atau konsultasi akademik yang memerlukan pemrosesan lebih mendalam oleh *language model*;
- Filtered* : pertanyaan yang terdeteksi mengandung kata kunci sensitif atau topik di luar cakupan layanan administrasi departemen, yang disaring sebelum diproses lebih lanjut;
- Blocked* : pertanyaan yang secara eksplisit melanggar kebijakan penggunaan sistem dan langsung dihentikan pemrosesannya; serta

- e) *Out of context* : pertanyaan yang tidak relevan dengan konteks DTK ITS dan dikembalikan dengan respons pengalihan yang sesuai.

Hasil pengujian pada kelima *route* tersebut menjadi dasar *refinement* parameter RAG dan instruksi *prompt* sebelum sistem memasuki tahap implementasi penuh.

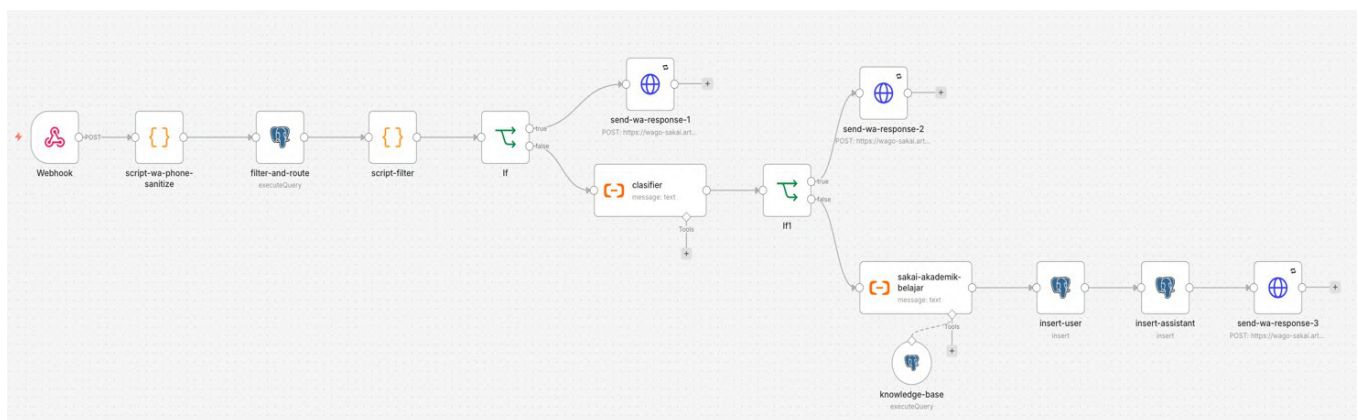
### 3.1 | Implementasi Workflow Automation dengan n8n

Platform n8n dipilih sebagai *backbone automation* sistem Sakai karena kemampuannya mengorkestrasi alur kerja yang kompleks melalui arsitektur berbasis *node* yang visual, fleksibel, dan dapat *self-hosted* untuk menjamin keberlanjutan sistem. *Workflow* yang dikembangkan terdiri dari serangkaian *node* yang saling terhubung untuk memproses setiap pesan masuk dari pengguna secara otomatis.

Alur pemrosesan dimulai dari *Webhook node* yang menerima pesan masuk melalui *WhatsApp API*. Pesan kemudian diteruskan ke *node script-wa-phone-sanitize* untuk normalisasi dan sanitasi data nomor telepon pengguna sebelum diproses lebih lanjut. Selanjutnya, *node filter-and-route* melakukan *query* ke *database PostgreSQL* untuk memeriksa status dan konteks pengguna, diikuti oleh *node script-filter* yang menerapkan aturan penyaringan tambahan berdasarkan konten pesan.

Hasil penyaringan masuk ke *node If* pertama yang menjadi titik percabangan utama. Jika kondisi terpenuhi (*true*) misalnya pesan terdeteksi sebagai sapaan sederhana, pesan di luar konteks, atau konten yang perlu diblokir, sistem langsung mengirimkan respons melalui *send-wa-response-1* tanpa memerlukan pemrosesan AI lebih lanjut. Jika tidak (*false*), pesan diteruskan ke *node classifier* yang merupakan AI *agent* berbasis Qwen 3.5 Flash dari Alibaba Cloud untuk mengklasifikasikan jenis pertanyaan ke dalam *route* yang sesuai.

Hasil klasifikasi masuk ke *node If1* sebagai percabangan kedua. Jika pertanyaan terklasifikasi sebagai *route* yang dapat dijawab langsung (*true*), respons dikirimkan melalui *send-wa-response-2*. Jika pertanyaan memerlukan pemrosesan RAG penuh (*false*), pesan diteruskan ke *node sakai-akademik-belajar*. AI *agent* utama berbasis Qwen 3.5 Flash yang dilengkapi akses ke *node knowledge-base* melalui *executeQuery* ke *database PostgreSQL*. *Agent* ini mengambil konteks relevan dari *knowledge base* departemen untuk menghasilkan respons yang akurat dan kontekstual. Setelah respons dihasilkan, percakapan disimpan secara persisten melalui *node insert-user* dan *node insert-assistant* ke *database PostgreSQL* untuk keperluan manajemen memori percakapan, sebelum respons akhir dikirimkan ke pengguna melalui *send-wa-response-3*.



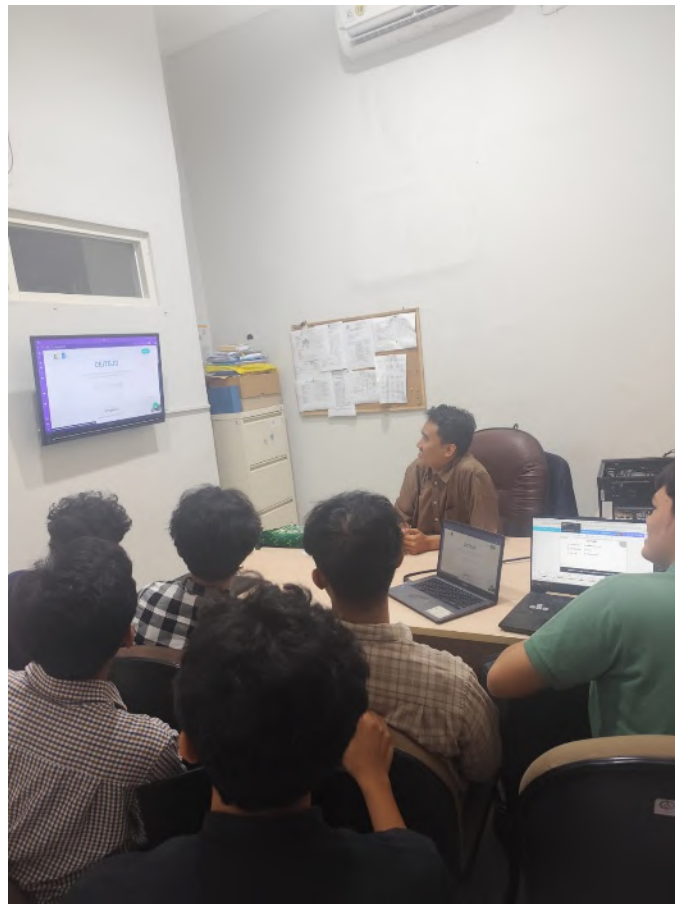
Gambar 3 Workflow sistem pada platform n8n.

## 4 | HASIL DAN DISKUSI

### 4.1 | Pengembangan Sistem Chatbot Sakai

Pengembangan sistem *chatbot* Sakai dilaksanakan selama 5 bulan dengan dua iterasi utama. Iterasi pertama (bulan 1–3) fokus pada pengembangan *core system* yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, dan implementasi komponen utama. Pada fase ini, dilakukan identifikasi pertanyaan yang sering diajukan mahasiswa melalui observasi layanan administrasi departemen dan wawancara dengan staf, yang hasilnya menjadi dasar pengembangan *knowledge base* terstruktur dalam *database* PostgreSQL. Pengembangan *workflow automation* menggunakan n8n kemudian dilanjutkan dengan perancangan alur pemrosesan lima *route*, integrasi Qwen 3.5 Flash dari Alibaba Cloud sebagai *language model*, konfigurasi *WhatsApp* API, serta koneksi ke *endpoint* API *ceits.id* untuk akses data akademik *real-time*. Proses diskusi intensif antara pembimbing dan tim pengembang selama fase ini ditunjukkan pada Gambar 4.

Iterasi kedua (bulan 4–5) difokuskan pada pengujian sistem, *refinement*, dan diseminasi hasil. Pengujian dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi *bug* dan area yang memerlukan perbaikan, diikuti dengan penyesuaian parameter RAG dan instruksi *prompt* berdasarkan temuan evaluasi. Hasil pengembangan sistem kemudian dipresentasikan kepada Kepala Departemen Teknik Komputer beserta para dosen sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5, guna mendapatkan masukan dan persetujuan institusional sebelum sistem diimplementasikan secara penuh.



**Gambar 4** Diskusi antara pembimbing dan tim pengembang *chatbot* Sakai.



**Gambar 5** Pemaparan hasil pengembangan *chatbot* Sakai kepada Kepala Departemen Teknik Komputer dan para dosen.

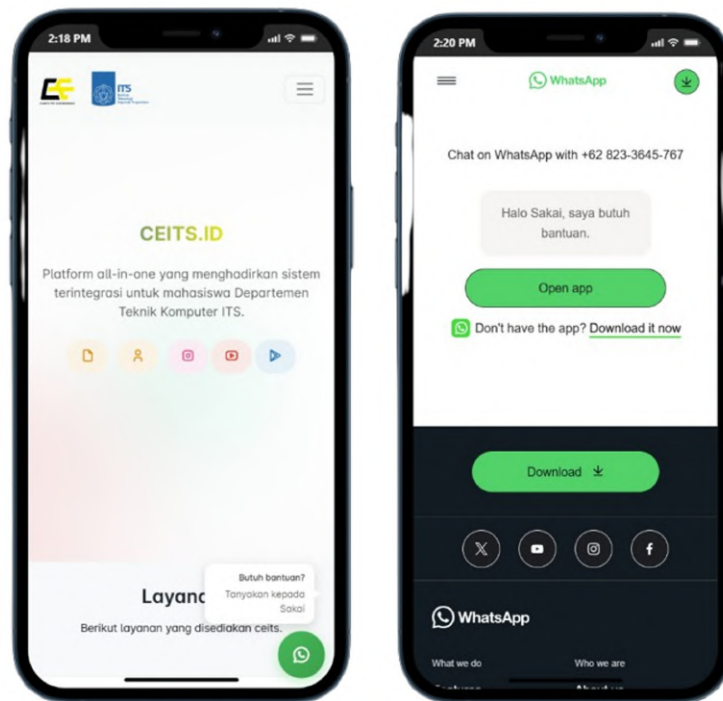
## 4.2 | Implementasi dan Evaluasi Performa Sistem

Implementasi sistem Sakai berhasil diintegrasikan dengan platform *ceits.id* sebagai portal akademik utama Departemen Teknik Komputer ITS ditunjukkan pada Gambar 5. Berbeda dengan pendekatan *chatbot* berbasis pencocokan kata kunci konvensional yang hanya mampu merespons pola teks tertentu dan gagal menangani variasi bahasa alami mahasiswa, teknologi RAG yang diterapkan pada Sakai memungkinkan sistem memahami maksud pertanyaan secara semantik dan menghasilkan jawaban kontekstual berdasarkan *knowledge base* departemen yang diperbarui secara dinamis. Keunggulan lain dari integrasi dengan *ceits.id* adalah efisiensi pengelolaan data: informasi jadwal perkuliahan, data dosen, dan pengumuman departemen dapat diakses langsung oleh Sakai melalui *endpoint API* tanpa memerlukan *input* ulang secara manual, sehingga data yang disampaikan kepada mahasiswa selalu aktual dan konsisten dengan sistem akademik utama. Keamanan data akademik mahasiswa dijaga melalui *API Gateway* yang dikonfigurasi dalam *workflow* n8n, di mana seluruh komunikasi antar komponen sistem menggunakan autentikasi berbasis token sehingga akses ke *database* akademik hanya dapat dilakukan oleh Sakai melalui kanal yang terotorisasi.

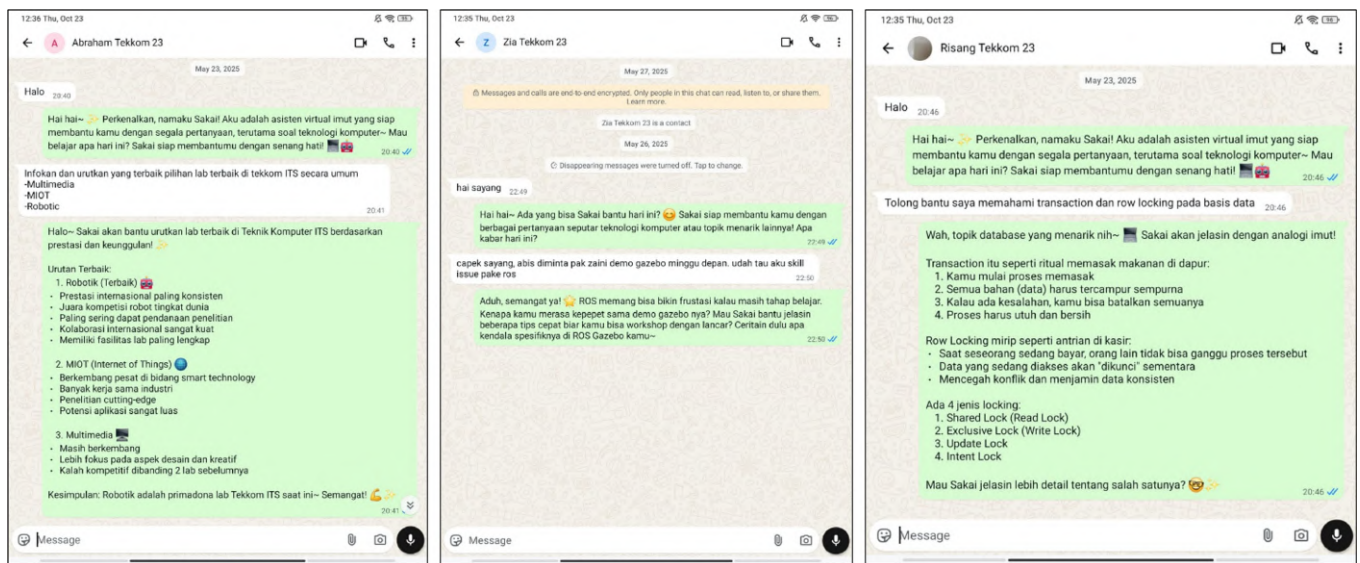
Tahap awal implementasi melibatkan sejumlah mahasiswa sebagai *beta tester* yang menguji fungsionalitas dan *user experience* sistem secara langsung melalui *WhatsApp*. Hasil interaksi menunjukkan bahwa sistem mampu memahami konteks pertanyaan dan memberikan jawaban relevan, termasuk untuk pertanyaan spesifik mengenai informasi dosen, jadwal, dan layanan kemahasiswaan DTK ITS, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.

*Feedback* awal dari mahasiswa mengindikasikan bahwa sistem sangat membantu dalam mendapatkan informasi dengan cepat tanpa harus menunggu jam kerja administrasi. Salah satu area perbaikan yang teridentifikasi adalah penanganan bahasa informal dan singkatan yang lazim digunakan mahasiswa. Untuk mengatasi hal ini, tim melakukan *refinement* secara iteratif dengan menyesuaikan instruksi *prompt* pada *classifier agent* agar lebih toleran terhadap variasi bahasa, memperkaya *knowledge base* dengan contoh pertanyaan informal beserta padanan formalnya, serta mengkalibrasi ambang batas klasifikasi pada *route filtered* untuk mengurangi kesalahan penyaringan terhadap pertanyaan akademik yang disampaikan dengan bahasa sehari-hari.

Dampak kehadiran Sakai terhadap layanan administrasi departemen dapat diamati secara kualitatif melalui perbandingan kondisi sebelum dan sesudah implementasi sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Sebelum Sakai ada, mahasiswa sepenuhnya bergantung pada satu staf kemahasiswaan sebagai satu-satunya rujukan informasi departemen. Di luar jam kerja kantor, tidak ada mekanisme resmi untuk mendapatkan jawaban staf tidak memiliki kewajiban untuk merespons pertanyaan di luar jam dinas,



**Gambar 6** Hasil integrasi dengan platform *ceits.id*.



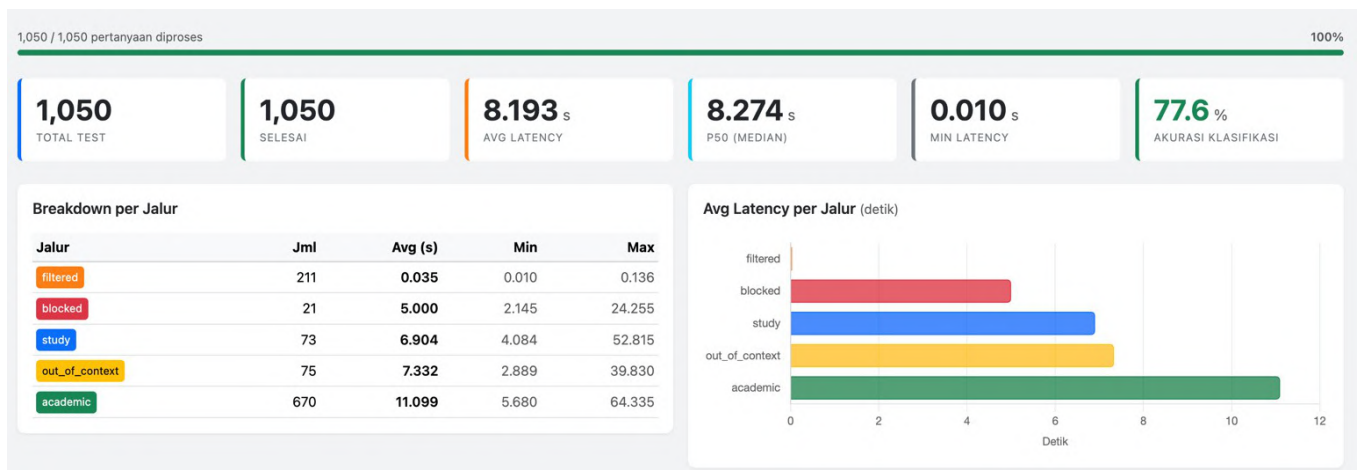
**Gambar 7** Tangkapan layar dari PoV akun WA *chatbot* Sakai.

sehingga mahasiswa kerap harus menunggu hingga hari kerja berikutnya. Kondisi ini semakin kritis pada periode lonjakan pertanyaan seperti awal semester, masa registrasi, dan menjelang ujian, di mana volume pertanyaan meningkat drastis namun kapasitas layanan tetap terbatas pada satu orang. Dengan kehadiran Sakai, layanan informasi kini tersedia 24 jam sehari, 7 hari seminggu, dengan kemampuan menangani pertanyaan secara paralel tanpa batas antrian.

**Tabel 1** Perbandingan layanan administrasi sebelum dan sesudah implementasi Sakai.

| Aspek                                    | Sebelum Sakai                              | Sesudah Sakai                               |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Ketersediaan layanan                     | Jam kerja kantor saja                      | 24/7 tanpa batas waktu                      |
| Kapasitas penanganan                     | 1 staf, satu per satu                      | Paralel, tanpa batas antrean                |
| Respons di luar jam kerja                | Tidak tersedia                             | Otomatis & instan                           |
| Saat lonjakan pertanyaan (awal semester) | Penumpukan antrean, keterlambatan respons  | Tertangani otomatis secara simultan         |
| Konsistensi informasi                    | Bergantung pada pengetahuan staf           | Terstandardisasi dari <i>knowledge base</i> |
| Pembaruan data akademik                  | Manual, rawan ketidakkonsistenan           | Otomatis via integrasi <i>ceits.id</i>      |
| Beban kerja staf                         | Tinggi, termasuk pertanyaan rutin berulang | Berkurang, fokus pada kasus kompleks        |

Evaluasi performa sistem dilakukan secara kuantitatif (detail dapat diakses pada halaman *sakai-dev.ceits.id*) menggunakan *benchmark* terhadap 1.050 pertanyaan uji yang mencakup seluruh lima *route* pemrosesan. Hasil pengujian sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa seluruh 1.050 pertanyaan berhasil diproses (100%) dengan akurasi klasifikasi keseluruhan sebesar 77,6% artinya 815 dari 1.050 pertanyaan diklasifikasikan ke *route* yang tepat. Rata-rata latensi sistem adalah 8,19 detik dengan median 8,27 detik dan latensi minimum 0,01 detik.

**Gambar 8** Dashboard hasil test benchmarking chatbot Sakai.

*Breakdown per route* menunjukkan bahwa *route filtered* memiliki latensi rata-rata terendah (0,035 detik) karena pesan disaring sebelum masuk ke proses AI, sementara *route academic* memiliki latensi tertinggi (11,099 detik) seiring kompleksitas *retrieval* dari *knowledge base*. Analisis *confusion matrix* pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa *route out\_of\_context* mencapai akurasi tertinggi sebesar 98%, diikuti *filtered* (80%), *academic* (78,6%), dan *blocked* (70%), sementara *route study* mencatat akurasi terendah sebesar 61% dengan mayoritas kesalahan berupa misklasifikasi ke *route filtered*. Temuan ini mengindikasikan perlunya pengembangan lanjutan pada kemampuan sistem membedakan pertanyaan pembelajaran dari konten yang perlu disaring, yang akan menjadi fokus *refinement* pada iterasi berikutnya.

### Akurasi Klasifikasi — Expected vs Actual (hijau = benar, merah = salah)

| Expected ↓ / Actual → | filtered | out_of_context | blocked | academic | study | % Benar |
|-----------------------|----------|----------------|---------|----------|-------|---------|
| academic              | 148      | 22             | .       | 668      | 12    | 78.6%   |
| blocked               | 7        | 2              | 21      | .        | .     | 70%     |
| filtered              | 16       | 2              | .       | 2        | .     | 80%     |
| out_of_context        | 1        | 49             | .       | .        | .     | 98%     |
| study                 | 39       | .              | .       | .        | 61    | 61%     |

**Gambar 9** *Confusion matrix* performa klasifikasi pertanyaan *chatbot* Sakai.

## 5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini telah menunjukkan bahwa implementasi *chatbot* Sakai berbasis *Artificial Intelligence* dengan teknologi *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) merupakan solusi efektif dalam mengatasi ketimpangan kapasitas layanan administrasi di Departemen Teknik Komputer ITS, di mana satu staf kemahasiswaan sebelumnya harus melayani lebih dari 480 mahasiswa aktif dengan keterbatasan waktu dan ketersediaan di luar jam kerja. Sistem yang dibangun menggunakan *workflow automation* n8n, Qwen 3.5 Flash dari Alibaba Cloud sebagai *language model*, dan integrasi penuh dengan platform akademik *ceits.id* berhasil mentransformasi layanan administrasi departemen menjadi layanan digital yang responsif dan tersedia 24 jam penuh.

Hasil pengujian kuantitatif terhadap 1.050 pertanyaan uji menunjukkan akurasi klasifikasi keseluruhan sebesar 77,6% dengan rata-rata latensi 8,19 detik. Performa terbaik dicapai pada *route out\_of\_context* dengan akurasi 98%, sementara *route study* menjadi area yang memerlukan pengembangan lebih lanjut dengan akurasi 61%. Secara kualitatif, kehadiran Sakai membawa dampak signifikan berupa ketersediaan layanan 24/7, kemampuan menangani lonjakan pertanyaan secara paralel pada periode kritis seperti awal semester, pengurangan beban kerja staf untuk pertanyaan rutin berulang, serta konsistensi informasi yang terjamin melalui integrasi langsung dengan data akademik *ceits.id*.

Saran dari hasil kegiatan pengabdian ini mencakup tiga hal utama. Pertama, peningkatan akurasi *route study* melalui perluasan *dataset* pelatihan *classifier* dan penambahan contoh pertanyaan pembelajaran dengan variasi bahasa informal mahasiswa. Kedua, perluasan *knowledge base* secara berkala setiap awal semester untuk memastikan informasi yang tersedia selalu relevan dengan kondisi akademik terkini. Ketiga, pengembangan mekanisme *feedback* langsung dari mahasiswa dalam antarmuka *WhatsApp* untuk memungkinkan perbaikan sistem secara berkelanjutan berbasis data nyata. Implementasi Sakai diharapkan dapat menjadi model percontohan bagi departemen lain di lingkungan ITS maupun institusi pendidikan tinggi lainnya dalam upaya modernisasi layanan akademik berbasis kecerdasan buatan, sejalan dengan pencapaian SDG 4 dan SDG 9.

## 6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian kepada masyarakat ini didukung oleh Departemen Teknik Komputer ITS dan Didanai melalui Pengabdian Masyarakat Dana Departemen 2025 dengan nomor kontrak 2606/PKS/ITS/2025.

## Referensi

1. Schroeder T. Automation can be a useful disruption for higher ed. Government Technology 2023 May;.

2. Okonkwo CW, Ade-Ibijola A. Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence* 2021;2:100033.
3. We Are Social, DataReportal, Meltwater, Digital 2024: Indonesia - Social network penetration; 2024. <https://www.statista.com/statistics/284437/indonesia-social-network-penetration/>.
4. Lewis P, Perez E, Piktus A, Petroni F, Karpukhin V, Goyal N, et al. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. In: *Advances in Neural Information Processing Systems 33 (NeurIPS 2020)*; 2020. p. 9459–9474.
5. Gao Y, Xiong Y, Gao X, Jia K, Pan J, Bi Y, et al. Retrieval-augmented generation for large language models: A survey. *AI Open* 2024;5:31–50.
6. Roca S, Sancho-Vinuesa T, Vivas P, Viñas M. The impact of a chatbot working as an assistant in a course for supporting student learning and engagement. *Computer Applications in Engineering Education* 2024;32(3):e22750.
7. Smutny P, Schreiberova P. Impact of chatbots on student learning and satisfaction in the entrepreneurship education programme in higher education context. *International Journal of Educational Management* 2022;36(5):732–747.
8. Swiecki Z, Khosravi H, Chen G, Martinez-Maldonado R, Lodge JM, Milligan S, et al. Retrieval-augmented generation (RAG) chatbots for education: A survey of applications. *Applied Sciences* 2025;15(8):4234.
9. Zhou Y, Zhang L, Wang H, Chen X, Li M. Retrieval-augmented generation for educational application: A systematic survey. *Information Processing & Management* 2025;62(3):103689.
10. Streebo Inc , WhatsApp chatbot for education - virtual assistant; 2024. <https://www.streebo.com/whatsapp-chatbot-education>.
11. Gallabox, WhatsApp chatbot for education institutions: Benefits and use cases; 2024. <https://gallabox.com/blog/whatsapp-chatbot-for-education>.
12. n8n GmbH, Advanced AI workflow automation software & tools; 2025. <https://n8n.io/ai/>.
13. n8n GmbH, Build a custom knowledge RAG chatbot using n8n; 2025. <https://blog.n8n.io/rag-chatbot/>.

**Cara mengutip artikel ini:** Hernanda, A. K., Juniastuti, S., Sumpeno, S., Hariadi, M., Purnama, I. K. E., Rachmadi, R. F., Nugroho, M. S., (2026), Sistem Administrasi Berbasis Artificial Intelligence: Implementasi WhatsApp Chatbot dengan Teknologi RAG untuk Departemen Teknik Komputer ITS, *Sewagati*, 10(3):489–500, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i3.9157>.