



**RANCANG BANGUN *CHATBOT* PAJAK BERBASIS
RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION UNTUK
SOSIALISASI KEBIJAKAN PPH DAN PPN**

SKRIPSI

MUHAMMAD HAIKAL AL RASYID 2107411025

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



**RANCANG BANGUN *CHATBOT* PAJAK BERBASIS
RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION UNTUK
SOSIALISASI KEBIJAKAN PPH DAN PPN**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk Memperoleh
Diploma Empat Politeknik**

MUHAMMAD HAIKAL AL RASYID

2107411025

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Haikal Al Rasyid

NIM : 2107411025

Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer/Teknik Informatika

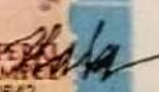
Judul Skripsi : Rancang Bangun Chatbot Pajak Berbasis Retrieval-Augmented Generation untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jakarta, 11 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,


Muhammad Haikal Al Rasyid

NIM 2107411025

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

Hak Cipta :

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

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Haikal Al Rasyid

NIM : 2107411025

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Rancang Bangun Chatbot Pajak Berbasis Retrieval-Augmented Generation untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Rabu, Tanggal 25, Bulan Juni, Tahun 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I: Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

Penguji I : Dr. Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom.

Penguji II : Sinantya Feranti Anindya, S.T., M.T.

Penguji III : Zahra Azizah, S.Kom., M.I.S.

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Rancang Bangun *Chatbot* Pajak Berbasis *Retrieval-Augmented Generation* untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN" dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Empat Politeknik pada Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan dukungan moril, materiel, serta doa yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan lancar.
2. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom., selaku Kepala Jurusan Teknik Informatika dan Komputer sekaligus dosen pembimbing yang telah dengan sabar dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga.
3. Ibu Euis Oktavianti, S.Si., M.TI., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika.
4. Seluruh jajaran dosen Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama masa perkuliahan.
5. Bapak Heru Tri Noviyanto dari KPP Madya Jakarta Utara dan Bapak Nofaldi dari PT. Nata Solusi Pratama, yang telah berkenan meluangkan waktu dan keahliannya sebagai pakar penilai untuk validasi sistem dalam penelitian ini.

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

6. Lisna Agustin dan rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Teknik Informatika dan Komputer yang telah memberikan semangat, bantuan, dan menjadi teman diskusi yang baik.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan lapang dada demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 11 Juni 2025

Penulis

Muhammad Haikal Al Rasyid

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Haikal Al Rasyid

NIM : 2107411025

Jurusan/Program Studi: T. Informatika dan Komputer/Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun *Chatbot* Pajak Berbasis *Retrieval-Augmented Generation* untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Haikal Al Rasyid

NIM 2107411025



RANCANG BANGUN *CHATBOT* PAJAK BERBASIS *RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION* UNTUK SOSIALISASI KEBIJAKAN PPh DAN PPN

ABSTRAK

Rendahnya pemahaman masyarakat terhadap kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang kompleks menjadi tantangan dalam meningkatkan kepatuhan pajak. Penelitian bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah chatbot fungsional berbasis Retrieval-Augmented Generation (RAG) sebagai solusi penyampaian informasi perpajakan, serta mengevaluasi tingkat akurasi dan performanya. Metode penelitian adalah riset eksperimental dengan pendekatan gabungan. Evaluasi sistem dilakukan melalui tiga metode: pengujian black box untuk fungsionalitas sistem, human evaluation oleh dua pakar pajak untuk mengukur validitas jawaban, serta evaluasi teknis menggunakan Retrieval-Augmented Generation Assessment (RAGAs). Hasil penelitian menunjukkan seluruh fungsionalitas sistem berjalan sesuai harapan. Berdasarkan penilaian para ahli, chatbot mencapai tingkat akurasi validitas jawaban sebesar 72,5%, dengan tingkat kesepakatan antar pakar "Sangat Baik" yang dibuktikan oleh nilai Cohen's Kappa sebesar 0,875. Evaluasi teknis RAGAs mengonfirmasi kinerja pipeline yang solid, dengan skor faithfulness 0,91 dan context precision 1,00, yang mengkonfirmasi kemampuan sistem untuk memberikan jawaban yang sesuai pada sumber dan mengambil konteks yang relevan. Selain itu, pengujian System Usability Scale (SUS) menghasilkan rata-rata skor 79,5, yang mengindikasikan bahwa chatbot memiliki tingkat usability "Sangat Baik" (Grade B - Good) dari perspektif pengguna. Penelitian berhasil mengembangkan chatbot RAG yang terbukti fungsional dan andal dalam menyosialisasikan kebijakan PPh dan PPN kepada masyarakat.

Kata kunci: chatbot, kebijakan pajak, PPN, PPh, retrieval-augmented generation

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Konsep Dasar Perpajakan.....	6
2.2 Sosialisasi Kebijakan Pajak.....	7
2.3 Teknologi Kecerdasan Buatan.....	7
2.4 Chatbot.....	7
2.5 <i>Large Language Model (LLM)</i>	8
2.6 <i>Retrieval-Augmented Generation (RAG)</i>	9
2.7 Pengujian.....	10
2.7.1 Pengujian <i>Black Box</i>	10
2.7.2 <i>Human Evaluation</i>	11
2.7.3 Cohen's Kappa.....	11
2.7.4 <i>Retrieval-Augmented Generation Assessment (RAGAs)</i>	12
2.7.5 Pengujian <i>Stress</i>	13
2.7.6 <i>System Usability Scale (SUS)</i>	13
2.8 Penelitian Terkait.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Rancangan Penelitian.....	18
3.2 Tahapan Penelitian.....	19
3.3 Objek Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Analisis Kebutuhan.....	21
4.1.1 Identifikasi Pengguna dan Kebutuhannya.....	21



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

4.1.2 Analisis Sumber Data dan Struktur Informasi.....	22
4.1.3 Spesifikasi Fungsional.....	24
4.1.4 Spesifikasi Non-Fungsional.....	25
4.1.5 Spesifikasi Teknologi Sistem.....	25
4.2 Perancangan Sistem.....	26
4.2.1 <i>Use Case Diagram</i>	27
4.2.2 Activity Diagram.....	29
4.2.3 <i>Entity Relationship Diagram (ERD)</i>	32
4.3 Implementasi Sistem.....	33
4.3.1 Implementasi Pengumpulan Basis Pengetahuan.....	33
4.3.2 Implementasi Web.....	47
4.4 Pengujian.....	52
4.4.1 Deskripsi Pengujian.....	52
4.4.2 Prosedur Pengujian.....	53
4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	61
4.4.4 Analisis Data Pengujian.....	69
BAB V PENUTUP.....	74
5.1 Simpulan.....	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	80
LAMPIRAN.....	81



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Pendekatan Chatbot.....	8
Tabel 2.2 Pemanfaatan RAG di Berbagai Bidang.....	14
Tabel 4.1 Kategori Pengguna dan Kebutuhannya.....	22
Tabel 4.2 Struktur Informasi Dokumen Peraturan.....	23
Tabel 4.3 Struktur Informasi Riwayat Percakapan.....	23
Tabel 4.4 Spesifikasi Fungsional.....	24
Tabel 4.5 Spesifikasi Non-Fungsional.....	25
Tabel 4.6 Kebutuhan Perangkat Keras.....	26
Tabel 4.7 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	26
Tabel 4.8 Profil Pakar Penilai.....	53
Tabel 4.9 Ruang Lingkup Pengujian Black Box.....	54
Tabel 4.10 Format Pengujian Human Evaluation.....	55
Tabel 4.11 Matriks Kesepakatan.....	55
Tabel 4.12 Interpretasi Nilai Koefisien Kappa.....	57
Tabel 4.13 Pertanyaan SUS.....	60
Tabel 4.14 Interpretasi Skor.....	60
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Black Box.....	61
Tabel 4.16 Data Penilaian Validitas Jawaban oleh Pakar.....	64
Tabel 4.17 Rangkuman Penilaian Validitas Jawaban oleh Pakar.....	65
Tabel 4.18 Data Penilaian Validitas Jawaban oleh Pakar.....	66
Tabel 4.19 Hasil SUS.....	68
Tabel 4.20 Matriks Kesepakatan Penilaian Antar Pakar.....	70



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	19
Gambar 4.1 Use Case Diagram.....	28
Gambar 4.2 Activity Diagram Ajukan Pertanyaan.....	29
Gambar 4.3 Activity Diagram Manajemen Riwayat Percakapan.....	30
Gambar 4.4 Activity Diagram Ubah Peran Pengguna.....	30
Gambar 4.5 Activity Diagram Sinkronisasi Peraturan.....	31
Gambar 4.6 Activity Diagram Daftar.....	31
Gambar 4.7 Activity Diagram Masuk.....	32
Gambar 4.8 Entity Relationship Diagram.....	33
Gambar 4.9 Fungsi get_all_list_regis.....	34
Gambar 4.10 Fungsi get_detail_reg.....	35
Gambar 4.11 Proses Pembersihan.....	37
Gambar 4.12 Fungsi strip_html_tags.....	38
Gambar 4.13 Fungsi generate_qa_list.....	39
Gambar 4.14 Proses Pemecahan Dokumen.....	41
Gambar 4.15 Proses Penyimpanan.....	42
Gambar 4.16 Penjadwalan Proses Harian.....	43
Gambar 4.17 Logika Penambahan Peraturan Baru.....	45
Gambar 4.18 Logika Pembaruan Peraturan Lama.....	46
Gambar 4.19 Logika Penghapusan Peraturan Lama.....	47
Gambar 4.20 Sub Fitur Profile.....	48
Gambar 4.21 Sub Fitur Riwayat Chat.....	48
Gambar 4.22 Sub Fitur Konfigurasi Chat.....	49
Gambar 4.23 Tampilan Menu Regulasi.....	50
Gambar 4.24 Opsi Penyaringan.....	50
Gambar 4.25 Widget Penyaringan.....	51
Gambar 4.26 Tampilan Detail Regulasi.....	51
Gambar 4.27 Hasil Pengujian Stress.....	67



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pajak merupakan salah satu sumber pendapatan utama negara yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi dan sosial (Kementerian Keuangan, 2024). Di Indonesia, penerapan kebijakan pajak seperti Pajak Penghasilan (PPH) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) memiliki tujuan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi sekaligus menciptakan keadilan distribusi pendapatan (Septiani, 2023). Namun, pemahaman wajib pajak terhadap kebijakan pajak sering kali menjadi kendala dalam meningkatkan kepatuhan pajak (Saadah, 2021).

Menurut data Kementerian Keuangan, tingkat kepatuhan pajak di Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan dengan negara lain (Fauzan et al., 2025). Salah satu penyebabnya adalah kurangnya pemahaman wajib pajak terhadap peraturan pajak yang berlaku (Agustine & Pangaribuan, 2022). Hal ini diperparah oleh kompleksitas informasi kebijakan yang sering kali sulit dipahami oleh masyarakat umum, terutama mereka yang tidak memiliki latar belakang di bidang perpajakan (Sulistyowati et al., 2023). Akibatnya, upaya sosialisasi kebijakan PPh dan PPN menjadi tantangan yang perlu ditangani (Ricardo & Tambunan, 2024).

Sosialisasi pajak dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pajak (DJP) melalui berbagai kegiatan untuk memperluas wawasan dan pemahaman wajib pajak, dengan tujuan agar mereka mematuhi peraturan dan tata cara pembayaran pajak yang berlaku (Wardani & Wati, 2018). Upaya ini, yang juga diatur dalam Peraturan Direktorat Jenderal Pajak Nomor 3 Tahun 2013 Pasal 2 dan 3 tentang penyuluhan perpajakan, bertujuan meningkatkan kesadaran, pemahaman, dan keterampilan wajib pajak mengenai hak dan kewajiban perpajakan mereka. Meskipun demikian, masih terdapat kendala dalam meningkatkan pemahaman wajib pajak terhadap kebijakan pajak yang ada (Adawiyah et al., 2023).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Seiring perkembangan teknologi, penggunaan *chatbot* sebagai alat bantu komunikasi telah menjadi tren dalam berbagai sektor, termasuk layanan publik (Skjuve et al., 2021). *Chatbot* menawarkan solusi yang cepat, mudah diakses, dan efisien untuk menyampaikan informasi secara langsung kepada masyarakat (Purwani et al., 2024). Namun, dalam konteks sosialisasi kebijakan pajak, *chatbot* sering kali kurang mampu memberikan jawaban yang akurat, terutama ketika berhadapan dengan pertanyaan yang kompleks dan membutuhkan referensi dokumen resmi (Zhong et al., 2024).

Teknologi *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) menawarkan pendekatan baru dalam membangun *chatbot* yang cerdas dan responsif (Pratama & Sisephaputra, 2024). Dengan mengombinasikan proses pencarian informasi berbasis dokumen dengan kemampuan pembangkitan teks menggunakan model kecerdasan buatan, RAG memungkinkan *chatbot* untuk memberikan jawaban yang didasarkan pada data yang valid (Zhao et al., 2024a). Pendekatan tersebut memiliki potensi besar untuk membantu pemerintah dalam meningkatkan efektivitas sosialisasi kebijakan pajak (Habib et al., 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa teknologi RAG memiliki potensi besar di berbagai bidang, seperti pendidikan, kesehatan, dan perpajakan. Di pendidikan, RAG memberikan solusi cepat dan akurat (Tribber et al., 2024), sementara di kesehatan, *chatbot* berbasis RAG memberikan informasi medis terkait tanaman herbal (Firdaus et al., 2024). Dalam perpajakan, penerapan *chatbot live chat* berbasis *rule-based* pada Kring Pajak 1500200 meningkatkan kapasitas layanan dan efisiensi interaksi dengan wajib pajak (Swastiko & Fauzi, 2023).

Berdasarkan fenomena tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *chatbot* pajak berbasis RAG sebagai solusi inovatif dalam penyampaian informasi kebijakan pajak kepada masyarakat. Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan masyarakat dapat dengan mudah mengakses informasi perpajakan secara digital, meningkatkan pemahaman mereka terhadap kebijakan yang berlaku, dan pada akhirnya meningkatkan tingkat kepatuhan pajak.



Hak Cipta :

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

Penelitian ini menjadi relevan karena membahas topik yang bersentuhan langsung dengan kebutuhan masyarakat dan pemerintah, yaitu akses informasi yang cepat, akurat, dan efisien. Dengan pendekatan berbasis teknologi terkini, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi akademis, tetapi juga solusi praktis dalam mendukung pengelolaan pajak yang lebih baik di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pertanyaan utama yang menjadi fokus penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membangun *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang mampu memberikan informasi kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) kepada masyarakat?
2. Bagaimana mengevaluasi tingkat akurasi validitas dan performa *chatbot* dalam menyampaikan informasi perpajakan secara efektif kepada masyarakat umum?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, batasan masalah yang ditetapkan adalah:

1. Penelitian hanya mencakup kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN).
2. *Chatbot* hanya menjawab pertanyaan terkait kebijakan PPh dan PPN yang ada dalam regulasi, tanpa mencakup perhitungan atau pelaporan pajak.
3. *Chatbot* difokuskan untuk memberikan informasi kepada masyarakat umum sebagai wajib pajak.
4. Basis data utama hanya menggunakan peraturan resmi kebijakan pajak, yang tersedia di website kumpulan regulasi pajak, topik "PPh" dan "PPN & PPnBM".
5. *Chatbot* yang dikembangkan berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG).
6. Validasi jawaban dilakukan oleh pakar di bidang perpajakan, untuk mengukur akurasi.



Hak Cipta :

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

7. Hanya Bahasa Indonesia yang menjadi fokus utama untuk pengembangan, pengujian, dan evaluasi kinerja *chatbot*.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang mampu memberikan informasi akurat terkait kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi validitas dan performa *chatbot* dalam menyampaikan informasi perpajakan kepada masyarakat umum.

Manfaat dari penelitian ini adalah mempermudah akses informasi bagi wajib pajak terkait kebijakan PPh dan PPN secara cepat dan mudah dipahami, sekaligus meningkatkan pemahaman masyarakat umum terhadap peraturan pajak.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN, berisi pengantar penelitian yang mencakup latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA, menguraikan teori-teori yang relevan, sebagai landasan penelitian, serta studi terdahulu, yang berkaitan dengan sosialisasi kebijakan pajak dan pengembangan *chatbot*.
3. BAB III METODE PENELITIAN, menjelaskan metode yang akan digunakan, meliputi rancangan penelitian, tahapan penelitian, objek penelitian, model/framework/teknik yang digunakan, serta teknik pengumpulan dan analisis data.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, memaparkan hasil implementasi dan pengujian *chatbot* berbasis RAG, diikuti dengan analisis terhadap performa sistem dalam menjawab pertanyaan kebijakan PPh dan PPN.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

5. BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut terkait penggunaan *chatbot* dalam sosialisasi kebijakan perpajakan.



Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Perpajakan

Pajak adalah kontribusi wajib yang dibayarkan oleh individu atau badan hukum kepada negara berdasarkan peraturan yang berlaku, yang digunakan untuk membiayai berbagai kegiatan pemerintah seperti pembangunan dan pelayanan publik (Kementerian Keuangan, 2024). Di Indonesia, pajak memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan ekonomi dan menciptakan keadilan sosial, salah dua jenis pajak utama yaitu Pajak Penghasilan (PPh) yang dikenakan atas penghasilan wajib pajak (Isnanto et al., 2021), dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang dikenakan dalam setiap transaksi barang dan jasa (Majid et al., 2023). Masing-masing pajak ini memiliki sistem dan mekanisme pemungutannya yang berbeda, namun keduanya bertujuan untuk meningkatkan pendapatan negara yang pada akhirnya mendukung keberlanjutan pembangunan.

Pembatasan fokus pada PPh dan PPN dalam penelitian ini didasarkan pada signifikansi kedua pajak ini dalam perekonomian Indonesia, serta relevansinya dalam meningkatkan kepatuhan pajak masyarakat (Kementerian Keuangan, 2024). PPh berperan besar dalam pendapatan negara, terutama dari sektor individu dan badan usaha, sementara PPN adalah pajak yang paling sering dikenakan dalam transaksi sehari-hari oleh masyarakat (Septiani, 2023). Oleh karena itu, dengan membatasi fokus pada kedua jenis pajak ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi yang lebih terfokus pada masalah pemahaman dan sosialisasi kebijakan pajak yang sering dijumpai oleh masyarakat luas.



Hak Cipta :

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

2.2 Sosialisasi Kebijakan Pajak

Sosialisasi kebijakan pajak merupakan proses penting untuk memastikan masyarakat memahami kewajiban perpajakan mereka serta manfaat pajak bagi pembangunan negara. Namun, tantangan utama dalam sosialisasi ini adalah kompleksitas peraturan pajak yang sering kali sulit dipahami, serta keterbatasan saluran komunikasi yang dapat menjangkau semua lapisan masyarakat (Sulistyowati et al., 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang lebih efektif dan inovatif untuk menyampaikan informasi dengan cara yang lebih mudah diakses dan dipahami. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan, yang dapat meningkatkan efisiensi penyampaian informasi pajak dan memperkuat interaksi dengan wajib pajak. Pada subbab berikut, akan dibahas mengenai teknologi kecerdasan buatan.

2.3 Teknologi Kecerdasan Buatan

Teknologi kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) memungkinkan sistem untuk meniru kemampuan kognitif manusia, seperti pembelajaran dan pemecahan masalah, yang dapat diterapkan dalam berbagai sektor, termasuk perpajakan (Wang, 2024). Salah satu penerapan penting AI adalah *Natural Language Processing* (NLP), yang memungkinkan pemahaman dan respons terhadap bahasa manusia, serta memudahkan analisis peraturan pajak yang kompleks (Nembe et al., 2024). Dengan kemajuan AI, teknologi ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam sosialisasi kebijakan pajak, serta mempermudah interaksi dengan wajib pajak, yang akan dibahas lebih lanjut dalam konteks *chatbot* di subbab berikutnya (Wang, 2024).

2.4 Chatbot

Chatbot adalah aplikasi berbasis kecerdasan buatan yang dapat berinteraksi dengan pengguna melalui percakapan, baik itu teks maupun suara. *Chatbot* dapat dikategorikan berdasarkan cara mereka memproses input dan menghasilkan respons, yang melibatkan tiga pendekatan utama: pendekatan berbasis aturan (*rule-based*), berbasis *retrieval*, dan model generatif.

Tabel 2.1 Perbandingan Pendekatan *Chatbot*

Pendekatan	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
<i>Rule-Based Approach</i>	Menggunakan aturan yang telah ditentukan untuk memilih respons berdasarkan struktur input.	Respons cepat, sederhana, mudah dikendalikan dan diprogram.	Terbatas pada aturan yang sudah ada, sulit menangani variasi input.
<i>Retrieval-Based Approach</i>	Mencari dan menganalisis sumber daya yang tersedia dan memilih respons yang sesuai.	Respons lebih variatif dan relevan dengan konteks percakapan.	Bergantung pada keberadaan basis data respons yang lengkap.
<i>Generative Model</i>	Menggunakan algoritma pembelajaran mesin untuk menghasilkan respons secara dinamis.	Fleksibel, dapat beradaptasi, dan menghasilkan respons baru.	Memerlukan data pelatihan yang besar dan sumber daya komputasi tinggi.

Sumber: (Rodrigues, 2024)

Pada Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan antara ketiga pendekatan tersebut dalam pembuatan respons *chatbot*. Pada subbab berikutnya, akan dibahas bagaimana penggunaan *Large Language Model* (LLM) menjadi komponen penting dalam perkembangan *chatbot* modern.

2.5 *Large Language Model* (LLM)

Large Language Model (LLM) merupakan inovasi dalam kecerdasan buatan yang dirancang untuk memahami, menghasilkan, dan memproses bahasa alami dengan tingkat keakuratan yang tinggi. LLM, seperti GPT, BERT, atau LLaMA, dilatih menggunakan miliaran parameter dan data teks yang sangat besar, memungkinkan mereka untuk menangkap hubungan kompleks antara kata dan konteks kalimat yang diberikan (Raiaan et al., 2024).



Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

LLM memiliki kemampuan untuk menghasilkan teks yang tidak hanya relevan secara konteks tetapi juga mendalam dalam hal pemahaman linguistik. Teknologi ini telah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk mesin penerjemah, analisis sentimen, hingga *chatbot*. Dalam pengembangan *chatbot* generatif, LLM memungkinkan respons yang lebih alami, fleksibel, dan adaptif dibandingkan dengan model berbasis aturan atau retrieval tradisional (Rodrigues, 2024).

Namun, meskipun LLM unggul dalam memahami konteks dan menghasilkan teks, model ini memiliki keterbatasan dalam memberikan informasi spesifik atau berbasis data terkini. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, pengembang mengintegrasikan LLM dengan pendekatan *retrieval*. Hal inilah yang mendasari pengembangan teknologi seperti *Retrieval-Augmented Generation* (RAG).

2.6 Retrieval-Augmented Generation (RAG)

Retrieval-Augmented Generation (RAG) adalah pendekatan canggih yang mengintegrasikan proses pencarian informasi (*retrieval*) dengan pembangkitan teks (*generation*) untuk menghasilkan respons yang akurat. RAG bekerja dalam dua tahap utama. Pertama, sistem *retrieval* mengambil informasi terkait dari sumber data eksternal. Kedua, sistem *generative model*, seperti model bahasa besar (LLM), memproses informasi yang diambil untuk menghasilkan respons yang kontekstual dan sesuai dengan pertanyaan pengguna (Firdaus et al., 2024).

Proses ini dimulai dengan pengguna mengajukan pertanyaan yang diproses oleh model *retrieval*. Model ini akan mencari informasi yang relevan berdasarkan kata kunci atau konteks dari pertanyaan tersebut. Setelah informasi ditemukan, model generatif menggunakan data tersebut untuk menyusun jawaban dalam bahasa alami. Pendekatan ini memastikan bahwa respons *chatbot* tidak hanya relevan secara konteks tetapi juga didukung oleh data yang valid dan terkini. Hal ini membuat RAG sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan akurasi tinggi, seperti sistem *chatbot* untuk sosialisasi kebijakan pajak (Habib et al., 2024).



Hak Cipta :

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

Keunggulan utama RAG adalah kemampuannya memanfaatkan sumber daya eksternal untuk memperkaya kualitas respons, mengatasi keterbatasan model generatif yang hanya bergantung pada data pelatihan. Dalam konteks perpajakan, RAG memungkinkan *chatbot* memberikan jawaban yang selalu merujuk pada kebijakan terbaru dari peraturan resmi. Pada subbab berikut, akan dibahas penelitian-penelitian yang relevan untuk mendukung pengembangan *chatbot* berbasis RAG dalam sosialisasi kebijakan pajak.

2.7 Pengujian

Tahap pengujian merupakan fase krusial untuk mengukur performa dan efektivitas *chatbot* pajak berbasis RAG yang dikembangkan. Evaluasi ini akan dilakukan dengan menggunakan beberapa metode pengujian yang mencakup aspek fungsional sistem maupun kualitas jawaban yang dihasilkan. Metode yang dipilih meliputi pengujian *black box*, *human evaluation* dengan uji reliabilitas *Cohen's Kappa*, evaluasi metrik menggunakan *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs), serta pengujian *stress*, dan *System Usability Scale* (SUS).

2.7.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pemenuhan kebutuhan fungsional dari suatu perangkat lunak. Metode ini dilakukan dengan menguji aplikasi tanpa melihat atau mengetahui struktur internal dari kode maupun programnya (Sholeh et al., 2021). Proses pengujiannya hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsionalitas perangkat lunak dengan berfokus pada masukan dan keluaran dari sistem (Widhyaestoeti et al., 2021).



Hak Cipta :

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

Tujuan dari pengujian *black box* adalah untuk mengevaluasi kemampuan aplikasi, memastikan program yang dikembangkan sesuai dengan hasil yang diharapkan (Sholeh et al., 2021), serta menemukan berbagai potensi kesalahan, seperti fungsi yang salah atau hilang, kesalahan antarmuka, hingga kesalahan kinerja. Salah satu kelebihan utama dari pendekatan ini adalah pengujian tidak perlu mengetahui bahasa pemrograman atau bagaimana program dieksekusi, sehingga pengujian dapat dilakukan oleh pihak non-teknis (Widhyaestoeti et al., 2021). Oleh karena itu, pengujian *black box* dianggap sebagai elemen penting untuk menentukan kualitas sebuah perangkat lunak.

2.7.2 Human Evaluation

Human evaluation diterima secara luas untuk menilai kualitas sistem, terutama untuk tugas-tugas generasi teks yang bersifat terbuka di mana tidak ada tolok ukur kebenaran yang objektif (Zhao et al., 2024b). Proses ini melibatkan para ahli atau pengguna untuk memberikan penilaian terhadap keluaran sistem, seperti respons dari *chatbot* (Chiu & Chung, 2025). Namun, evaluasi ini memiliki tantangan, karena penilaian manusia dapat bersifat subjektif dan bervariasi antara satu penilai dengan yang lainnya, yang dapat memengaruhi reliabilitas hasil evaluasi.

2.7.3 Cohen's Kappa

Untuk mengatasi tantangan subjektivitas dalam *human evaluation*, diperlukan sebuah metode statistik untuk mengukur tingkat kesepakatan antar penilai (Parlika et al., 2022a). *Cohen's Kappa* adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk tujuan ini, yang mengukur tingkat kesepakatan antara dua penilai (dalam penelitian ini, para pakar pajak) yang masing-masing mengklasifikasikan sejumlah item ke dalam kategori Valid atau Tidak Valid (Parlika et al., 2022b). Keunggulan utama *Cohen's Kappa* dibandingkan dengan metrik persentase kesepakatan sederhana adalah kemampuannya untuk memperhitungkan kemungkinan bahwa kesepakatan terjadi secara kebetulan (Cohen, 1960).



Hak Cipta :

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

Dengan kata lain, Kappa memberikan gambaran yang lebih akurat tentang sejauh mana kesepakatan antar penilai benar-benar mencerminkan konsensus, bukan hanya hasil probabilitas acak (Parlika et al., 2022a). Dalam konteks penelitian ini, nilai Kappa yang tinggi akan menunjukkan bahwa penilaian para pakar terhadap jawaban *chatbot* konsisten dan dapat diandalkan, sehingga memperkuat hasil evaluasi.

2.7.4 Retrieval-Augmented Generation Assessment (RAGAs)

Retrieval-Augmented Generation Assessment (RAGAs) adalah kerangka kerja untuk evaluasi *pipeline Retrieval-Augmented Generation* (RAG) (Es et al., 2024). RAGAs menilai berbagai dimensi penting, seperti kemampuan *retrieval* untuk menemukan konteks yang relevan, kemampuan *generation* untuk memanfaatkan konteks secara akurat, dan kualitas jawaban secara keseluruhan (Es et al., 2024). Penggunaan RAGAs menyediakan metode evaluasi yang komprehensif untuk memastikan jawaban *chatbot* relevan, akurat, dan didukung oleh konteks yang presisi (Saha et al., 2024).

Tiga metrik utama yang digunakan dalam RAGAs meliputi:

1. *Faithfulness*, mengukur sejauh mana jawaban konsisten secara faktual dengan konteks yang diambil. Jawaban dikatakan *faithful* jika seluruh klaimnya dapat didukung oleh informasi dalam konteks. Metrik ini penting untuk menilai kebenaran isi jawaban.
2. *Answer Relevancy*, mengevaluasi tingkat keterkaitan jawaban terhadap pertanyaan awal, tanpa mempertimbangkan akurasi faktual. Jawaban yang relevan adalah yang menjawab pertanyaan secara langsung dan tidak mengandung informasi berlebihan. Metrik ini menilai apakah sistem benar-benar memahami maksud dari pertanyaan.
3. *Context Precision*, menilai apakah potongan konteks yang relevan berhasil ditempatkan di peringkat atas hasil *retrieval*. Konteks yang relevan seharusnya muncul lebih awal agar dapat digunakan secara optimal dalam proses *generation*. Metrik ini mencerminkan efektivitas sistem dalam menemukan dan mengurutkan informasi yang tepat.



Hak Cipta :

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

2.7.5 Pengujian *Stress*

Pengujian *stress* adalah metode pengujian perangkat lunak yang mengevaluasi stabilitas dan kinerja sistem di bawah beban kerja ekstrem atau di luar batas operasional normalnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi titik kegagalan, kapasitas maksimum, dan bagaimana sistem berperilaku saat sumber daya mendekati atau melampaui batasnya (Hendayun et al., 2023). Dalam konteks *chatbot* yang memanfaatkan API *Large Language Model* (LLM), pengujian *stress* melibatkan simulasi sejumlah besar panggilan API secara terus menerus untuk mengukur kemampuan sistem tanpa degradasi kinerja, keterlambatan respons, atau *crash* (Feng et al., 2025).

Selama pengujian, data yang akan diambil meliputi jumlah panggilan API yang berhasil atau gagal, serta lama waktu respons dari API LLM tersebut. Data ini esensial untuk memastikan bahwa *chatbot* sosialisasi kebijakan pajak dapat berfungsi optimal saat diakses banyak wajib pajak, terutama selama periode puncak seperti mendekati batas waktu pelaporan pajak.

2.7.6 *System Usability Scale* (SUS)

System Usability Scale (SUS) adalah kuesioner yang banyak digunakan dan terstandarisasi untuk menilai *usability* suatu sistem, aplikasi, atau produk dari sudut pandang pengguna. Kuesioner ini terdiri dari 10 pernyataan yang mencakup berbagai aspek *usability*, seperti kompleksitas, kemudahan belajar, dan integrasi fungsional, dengan skala Likert lima poin mulai dari "Sangat Tidak Setuju" hingga "Sangat Setuju" (Borsci et al., 2021). Pernyataan-pernyataan dalam SUS dirancang untuk mengukur persepsi subjektif pengguna terhadap pengalaman mereka saat berinteraksi dengan sistem, memberikan skor tunggal yang mewakili tingkat *usability* secara keseluruhan.



2.8 Penelitian Terkait

Penelitian Terkait dalam bidang pengembangan *chatbot* berbasis kecerdasan buatan dan *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) telah menunjukkan potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk layanan publik, pendidikan, dan perpajakan. Beberapa penelitian membahas evolusi *chatbot* dari pendekatan berbasis aturan hingga model generatif, memberikan wawasan tentang bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi interaksi pengguna dengan sistem yang diimplementasikan (Rodrigues, 2024).

Dalam konteks perpajakan, penelitian mengevaluasi implementasi *chatbot* pada layanan pajak, menunjukkan bahwa *chatbot* berbasis retrieval mampu memberikan respons yang cepat dan relevan untuk pertanyaan wajib pajak umum, meskipun memiliki keterbatasan pada pertanyaan yang lebih kompleks (Swastiko & Fauzi, 2023). Selain itu, penelitian lain menekankan pentingnya sistem berbasis pencarian dalam mendukung pengambilan keputusan, terutama dalam domain yang membutuhkan informasi berbasis data (Rodrigues, 2024).

Selain aplikasi di bidang perpajakan, RAG juga telah dimanfaatkan secara luas di berbagai bidang lainnya. Tabel 2.2 merangkum implementasi, manfaat, dan tantangan RAG di sektor-sektor seperti kesehatan, pelayanan publik, pendidikan, hukum, dan pertanian. Analisis ini memberikan perspektif komparatif tentang adaptasi teknologi RAG dalam konteks yang berbeda.

Tabel 2.2 Pemanfaatan RAG di Berbagai Bidang

Bidang	Implementasi	Manfaat	Tantangan
Kesehatan (Firdaus et al., 2024)	Penggunaan model Mistral 7b dengan teknik RAG berbasis dataset jurnal akademis tanaman herbal Indonesia, diproses via Langchain dan Faiss untuk respons akurat.	Menyediakan jawaban berbasis data ilmiah, memperkuat pengobatan tradisional, dan mengintegrasikan pengetahuan lokal dengan teknologi AI.	Ketidaksesuaian kreativitas model dengan presisi ahli, repetisi konten, serta kebutuhan perluasan dataset dan validasi ahli untuk optimalisasi jawaban.

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Pelayanan Publik (Tribber et al., 2024)	<i>Chatbot</i> AI dengan metode RAG diintegrasikan ke Telegram menggunakan Langchain, Python, ChromaDB, dan Gemini AI untuk layanan informasi pendidikan.	Meningkatkan akses informasi cepat-akurat (skor <i>precision</i> 93%, relevansi 96%, <i>recall</i> 100%) dan mengungguli metode tradisional.	Skor kebenaran jawaban masih rendah (71%), perlu peningkatan parsing data, preprocessing dokumen, dan integrasi preferensi pengguna.
Pendidikan (Musthofa, 2024)	Sistem RAG dengan sentence-BERT, FAISS, dan GPT-3.5 digunakan untuk mengotomatisasi pembuatan materi pembelajaran berbasis RPS, dokumen PDF, dan sumber web.	Efisiensi waktu pembuatan materi, relevansi tinggi (<i>Precision</i> 0,68), dan kualitas materi yang mendapat umpan balik positif dari dosen.	<i>Recall</i> rendah (0,34) menunjukkan keterbatasan cakupan informasi, perlu peningkatan dalam menangkap data lebih luas dan meningkatkan kelengkapan materi.
Hukum (Panchal et al., 2025)	<i>Chatbot</i> hukum berbasis RAG (FAISS & DeepSeek-R1:5B) menggunakan dataset buku hukum, konstitusi India, dan dokumen resmi untuk pencarian informasi legal yang efisien, dilengkapi fitur berita hukum <i>real-time</i> dan blog.	Akurasi >90% dalam interpretasi hukum, meningkatkan literasi hukum, mengurangi misinformasi, dan akses mudah bagi masyarakat maupun profesional.	Keterbatasan menangani pertanyaan multi-yurisdiksi, argumen konteks panjang, topik spesialis, serta perlu pengembangan dukungan multibahasa dan integrasi <i>database</i> pemerintah.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Pertanian (Balaguer et al., 2024)	Penelitian ini mengembangkan <i>pipeline</i> untuk membandingkan RAG dan <i>fine-tuning</i> LLM (Llama2-13B, GPT-3.5/4) dengan <i>dataset</i> pertanian, meliputi ekstraksi data dari PDF, generasi pertanyaan-jawaban, evaluasi berbasis GPT-4, serta analisis akurasi dan efisiensi <i>token</i> .	Peningkatan akurasi 6% (<i>fine-tuning</i>) dan 5% (RAG), peningkatan kesamaan jawaban (47%→72%), serta efisiensi interpretasi data pertanian dan prediksi hasil panen.	Biaya tinggi untuk <i>fine-tuning</i> , penggunaan <i>token</i> berlebihan dalam RAG yang memicu jawaban <i>verbose</i> , serta kebutuhan ekstraksi data terstruktur dan penyeimbangan biaya-kinerja (terutama GPT-4).
Bidang (Habib et al., 2024)	Penelitian yang mengembangkan <i>Retrieval Augmented Generation</i> (RAG) yang memanfaatkan OpenAI GPT-3.5-turbo LLM, memproses data pajak dari berbagai sumber ke dalam <i>embedding</i> vektor yang disimpan di Faiss, dan kemudian mengambil konteks relevan untuk menghasilkan respons berdasarkan kueri pengguna.	Menyediakan informasi pajak penghasilan yang akurat dan andal. Mengurangi halusinasi model dan meningkatkan keandalan respons.	Sektor perpajakan di Pakistan belum terdigitalisasi penuh. LLM berisiko memberikan informasi tidak akurat. Hukum pajak kompleks dan tidak jelas, menyulitkan pencarian panduan.

Pendekatan RAG yang lebih maju juga telah dibahas sebagai cara menghasilkan respons berbasis pengetahuan yang lebih mendalam dan akurat. Hal ini menjadi sangat relevan untuk aplikasi seperti *chatbot* pajak, di mana respons harus didukung oleh peraturan resmi dan data yang valid (Habib et al., 2024).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Secara keseluruhan, penelitian terkait menunjukkan bahwa pengembangan *chatbot* berbasis RAG dapat memberikan solusi efektif untuk meningkatkan kualitas informasi dan efisiensi layanan, khususnya dalam sosialisasi kebijakan publik seperti perpajakan.



Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan kualitatif dan kuantitatif untuk mendapatkan hasil yang komprehensif dalam merancang dan mengevaluasi sistem *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG). Pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami kebutuhan pengguna dan spesifikasi sistem melalui analisis literatur. Sementara itu, pendekatan kuantitatif diterapkan untuk mengukur performa sistem *chatbot* melalui pengujian berbasis data statistik.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah riset eksperimental, di mana pengembangan sistem *chatbot* dilakukan sebagai eksperimen untuk menguji efektivitas teknologi RAG dalam memberikan informasi kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Teknik pengumpulan data meliputi:

1. Studi literatur untuk memperoleh informasi teoritis dan teknis yang relevan.
2. Observasi dengan pakar perpajakan untuk memastikan akurasi kebutuhan pengguna dan relevansi peraturan.
3. Pengujian sistem melalui simulasi perbincangan untuk memperoleh data kuantitatif terkait akurasi respons.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengukur performa *chatbot*, seperti tingkat akurasi jawaban, serta analisis kualitatif untuk mengevaluasi kekurangan sistem yang belum terpenuhi. Pendekatan dan jenis penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjawab permasalahan penelitian secara efektif.



Hak Cipta :

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

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang mencakup studi teoritis, perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG). Langkah-langkah penelitian dirancang untuk menyelesaikan permasalahan sosialisasi kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

1. Studi literatur, pada tahap ini, dilakukan kajian teoritis terhadap berbagai referensi, termasuk penelitian terdahulu, peraturan resmi kebijakan perpajakan, serta konsep teknis terkait teknologi RAG dan *chatbot*. Hasil dari studi ini menjadi dasar dalam memahami kebutuhan pengguna dan merancang sistem.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2. Analisis kebutuhan, analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna akhir dan spesifikasi sistem. Informasi diperoleh melalui observasi dengan pakar perpajakan, dan analisis peraturan resmi.
3. Perancangan sistem, berdasarkan hasil analisis, dilakukan desain sistem *chatbot* berbasis RAG. Perancangan mencakup arsitektur teknis, alur kerja sistem, serta integrasi antara komponen *retrieval* dan generatif.
4. Implementasi sistem, tahap ini melibatkan pengembangan prototipe *chatbot* menggunakan teknologi RAG. Peraturan pajak diintegrasikan sebagai sumber data eksternal untuk sistem *retrieval*, sedangkan *Large Language Model* (LLM) digunakan untuk menghasilkan respons.
5. Simulasi dan pengujian, *chatbot* diuji melalui simulasi percakapan dengan berbagai skenario pertanyaan pengguna. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa *chatbot* dalam hal akurasi respons.
6. Analisis data, data yang diperoleh dari pengujian dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengukur efektivitas dan efisiensi sistem. Analisis kualitatif juga dilakukan untuk memahami kebutuhan yang belum terpenuhi.
7. Evaluasi dan penyempurnaan, hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi sistem secara keseluruhan. Sistem diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan temuan dari tahap simulasi dan pengujian.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah sistem *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang dirancang untuk mendukung sosialisasi kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). *Chatbot* ini difokuskan untuk melayani masyarakat umum sebagai pengguna akhir yang membutuhkan informasi akurat terkait kebijakan perpajakan. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan peraturan resmi kebijakan perpajakan sebagai sumber data eksternal yang digunakan oleh *chatbot* untuk memberikan jawaban.



Hak Cipta :

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan

Sebelum mengembangkan *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) untuk sosialisasi kebijakan perpajakan, diperlukan analisis kebutuhan yang mencakup identifikasi pengguna, sumber data yang digunakan, serta spesifikasi sistem. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa *chatbot* yang dikembangkan dapat memberikan informasi yang relevan, akurat, dan mudah dipahami oleh wajib pajak. Selain itu, identifikasi kebutuhan pengguna membantu dalam merancang antarmuka serta fitur yang sesuai dengan preferensi dan kendala yang dihadapi dalam memahami peraturan pajak. Pada bagian ini, akan dibahas aspek-aspek utama yang menjadi dasar dalam perancangan *chatbot*, termasuk identifikasi pengguna dan kebutuhannya, analisis sumber data dan struktur informasi, spesifikasi fungsional dan non-fungsional, serta spesifikasi teknologi sistem.

4.1.1 Identifikasi Pengguna dan Kebutuhannya

Dalam pengembangan *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) untuk sosialisasi kebijakan perpajakan, penting untuk mengidentifikasi dua kategori utama pengguna sistem, yaitu pengguna dan admin. Identifikasi pada Tabel 4.1 bertujuan untuk memastikan bahwa *chatbot* dapat memenuhi kebutuhan setiap pengguna dengan menyediakan informasi perpajakan yang akurat dan terkini.



Hak Cipta :

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

Tabel 4.1 Kategori Pengguna dan Kebutuhannya

Kategori	Deskripsi	Kebutuhan	Tantangan
Pengguna	Masyarakat yang memerlukan info Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN).	- Akses cepat ke peraturan pajak. - Pemahaman terhadap istilah perpajakan dalam bahasa sederhana.	- Kesulitan memahami peraturan pajak yang kompleks. - Perubahan peraturan yang rumit.
Admin	Pengelola <i>chatbot</i> yang bertanggung jawab atas pembaruan data pajak.	- Mengelola dan memperbarui sumber informasi pajak.	Memastikan integrasi dengan peraturan pajak terbaru.

Dengan memahami kategori pengguna dan kebutuhan mereka, *chatbot* dapat dirancang untuk meningkatkan efektivitas penyebaran informasi perpajakan serta mempermudah akses bagi pengguna dan admin dalam mengakses dan mengelola informasi perpajakan.

4.1.2 Analisis Sumber Data dan Struktur Informasi

Agar *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dapat memberikan respons yang akurat mengenai kebijakan perpajakan, diperlukan analisis terhadap sumber data yang digunakan dalam sistem. Dalam penelitian ini, hanya terdapat satu sumber utama yang menjadi dasar *chatbot* dalam menghasilkan jawaban, yaitu dokumen peraturan, yang nantinya menghasilkan riwayat percakapan yang disimpan dalam sistem.

Tabel 4.2 merangkum struktur informasi dalam dokumen peraturan, sedangkan Tabel 4.3 menyajikan struktur riwayat percakapan yang digunakan untuk menyimpan hasil percakapan.



Hak Cipta :

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

Dokumen peraturan mencakup berbagai peraturan resmi terkait Pajak Penghasilan (PPH) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN), termasuk instruksi, keputusan, peraturan, surat, serta undang-undang dan jenis lainnya. Agar sistem dapat mengakses dan mengelola informasi dengan lebih sistematis, dokumen peraturan ini dikategorikan berdasarkan jenis, status, dan topik. Struktur informasi dalam dokumen peraturan dirangkum dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Struktur Informasi Dokumen Peraturan

Nama	Deskripsi
Jenis	Kategori peraturan pajak, misalnya Instruksi Direktur Jenderal Pajak, Keputusan Menteri Keuangan, Peraturan Menteri Keuangan, dan lainnya.
Status	Status keberlakuan peraturan, apakah masih berlaku, telah diubah, atau dicabut.
Topik	Kategori kebijakan yang diatur dalam peraturan tersebut, seperti PPh atau PPN & PPnBM.

Setiap interaksi pengguna dengan *chatbot* disimpan dalam bentuk riwayat percakapan, yang mencakup pertanyaan yang diajukan oleh wajib pajak serta jawaban yang diberikan oleh *chatbot*. Riwayat ini tidak hanya berfungsi sebagai penyimpanan data percakapan, tetapi juga sebagai dasar untuk mengevaluasi tingkat akurasi jawaban *chatbot*. Struktur informasi dari riwayat percakapan dirangkum dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Struktur Informasi Riwayat Percakapan

Nama	Deskripsi
Pertanyaan pengguna	Pertanyaan yang diajukan oleh pengguna kepada <i>chatbot</i> .
Jawaban <i>chatbot</i>	Respons <i>chatbot</i> yang dihasilkan berdasarkan data yang tersedia.



Hak Cipta :

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

Dengan adanya struktur data yang jelas, *chatbot* dapat mengakses informasi dengan lebih cepat dan memberikan jawaban yang lebih akurat. Selain itu, analisis terhadap riwayat percakapan memungkinkan perbaikan sistem secara berkelanjutan, baik dalam hal pemahaman konteks pertanyaan maupun dalam meningkatkan keakuratan respons yang diberikan.

4.1.3 Spesifikasi Fungsional

Agar *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dapat berfungsi secara optimal dalam memberikan informasi perpajakan, sistem harus memiliki fitur utama yang mencakup interaksi pengguna dan pengelolaan data peraturan. Spesifikasi fungsional ini mencakup proses autentikasi pengguna, pengelolaan peran, serta fitur utama *chatbot*. Tabel 4.4 merangkum spesifikasi fungsional yang mencakup nama fitur *chatbot* serta deskripsi fungsi.

Tabel 4.4 Spesifikasi Fungsional

Nama	Deskripsi
Daftar	Pengguna yang belum memiliki akun dapat melakukan pendaftaran dengan memasukkan informasi yang diperlukan.
Masuk	Pengguna dapat masuk ke dalam sistem menggunakan akun terdaftar untuk mengakses layanan <i>chatbot</i> .
Peran	Sistem memiliki dua peran utama, pengguna untuk mengakses informasi perpajakan dan admin untuk mengelola peraturan serta memantau <i>chatbot</i> .
Mengajukan Pertanyaan	Pengguna dapat mengajukan pertanyaan terkait kebijakan perpajakan, yang diproses oleh <i>chatbot</i> berbasis RAG untuk menghasilkan jawaban berdasarkan data yang tersedia.
Riwayat Percakapan	Sistem menyimpan riwayat interaksi antara pengguna dan <i>chatbot</i> , termasuk pertanyaan yang diajukan serta jawaban yang diberikan.
Melihat Peraturan	Pengguna dapat menelusuri dan membaca isi peraturan pajak yang tersedia di dalam sistem.
Menyinkronkan Peraturan	Admin dapat mengunggah dan memperbarui dokumen peraturan pajak agar <i>chatbot</i> selalu memberikan jawaban yang sesuai dengan kebijakan terbaru.



Hak Cipta :

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

4.1.4 Spesifikasi Non-Fungsional

Spesifikasi non-fungsional menentukan kualitas sistem *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dalam memberikan layanan informasi perpajakan. Spesifikasi ini memastikan sistem memiliki aksesibilitas tinggi, keandalan data, keamanan yang terjaga, serta kompatibilitas dengan platform yang umum digunakan. Tabel 4.5 merangkum spesifikasi yang harus dipenuhi oleh sistem.

Tabel 4.5 Spesifikasi Non-Fungsional

Nama	Deskripsi
Aksesibilitas	<i>Chatbot</i> berbasis web yang dapat diakses 24/7 dan dirancang untuk pengguna dengan berbagai tingkat literasi digital.
Keandalan dan Keakuratan Data	Jawaban <i>chatbot</i> bersumber dari dokumen peraturan resmi yang diperbarui secara berkala untuk memastikan validitas dan relevansi informasi.
Keamanan Data	Riwayat percakapan hanya dapat diakses oleh pengguna terkait untuk menjaga privasi.
Kompatibilitas Browser	<i>Chatbot</i> dapat diakses melalui Google Chrome dan Mozilla Firefox untuk mendukung perangkat yang umum digunakan.

4.1.5 Spesifikasi Teknologi Sistem

Agar *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dapat beroperasi dengan optimal, diperlukan infrastruktur teknologi yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai. Spesifikasi ini bertujuan untuk memastikan *chatbot* dapat menangani permintaan pengguna dengan cepat serta mengakses dan memperbarui dokumen peraturan secara efisien.

Tabel 4.6 merangkum kebutuhan perangkat keras yang direkomendasikan untuk server *chatbot*, sedangkan Tabel 4.7 mencantumkan perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan dan implementasi sistem.



Hak Cipta :

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

Spesifikasi yang memadai diperlukan untuk menjalankan model, menyimpan data peraturan, serta mengelola riwayat percakapan pengguna. Berikut pada Tabel 4.6 merupakan spesifikasi minimum perangkat keras yang direkomendasikan:

Tabel 4.6 Kebutuhan Perangkat Keras

Nama	Deskripsi
CPU	Minimal 6 core, 12 thread
RAM	Minimal 16 GB

Dalam pengembangan dan operasional *chatbot*, digunakan berbagai teknologi perangkat lunak untuk mendukung fungsi utama sistem. Berikut pada Tabel 4.7 adalah perangkat lunak yang digunakan:

Tabel 4.7 Kebutuhan Perangkat Lunak

Nama	Deskripsi
<i>Database</i>	Penyimpanan dokumen peraturan dan riwayat percakapan, Chroma dan SQLite.
<i>LLM Runtime</i>	Platform berbasis cloud untuk menjalankan model bahasa besar (LLM) dengan akses API, menggunakan Google AI Studio.
<i>Web Framework</i>	Teknologi untuk membangun antarmuka <i>chatbot</i> berbasis web, Streamlit.
Browser	Browser yang digunakan untuk mengakses <i>chatbot</i> , Google Chrome dan Mozilla Firefox.

4.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap penting dalam pengembangan *chatbot* berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang ditujukan untuk memberikan layanan informasi perpajakan. Tahapan ini bertujuan untuk memvisualisasikan struktur dan alur kerja sistem sebelum diimplementasikan, guna memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna dan tujuan sistem.



Hak Cipta :

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

Dalam perancangan ini digunakan pendekatan *Unified Modeling Language* (UML) untuk menggambarkan berbagai aspek sistem, meliputi:

1. *Use Case Diagram*, yang menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna) dan sistem serta fungsi-fungsi utama yang tersedia.
2. *Activity Diagram*, yang memodelkan alur aktivitas dari proses dalam sistem.
3. *Entity Relationship Diagram* (ERD), yang menjelaskan struktur basis data dan relasi antar entitas di dalam sistem.

Ketiga diagram ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai fungsionalitas, proses bisnis, serta struktur data yang dibutuhkan oleh sistem.

4.2.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dan sistem *chatbot* perpajakan. Gambar 4.1 menunjukkan fungsionalitas utama yang tersedia bagi masing-masing aktor serta bagaimana mereka berinteraksi dengan sistem.

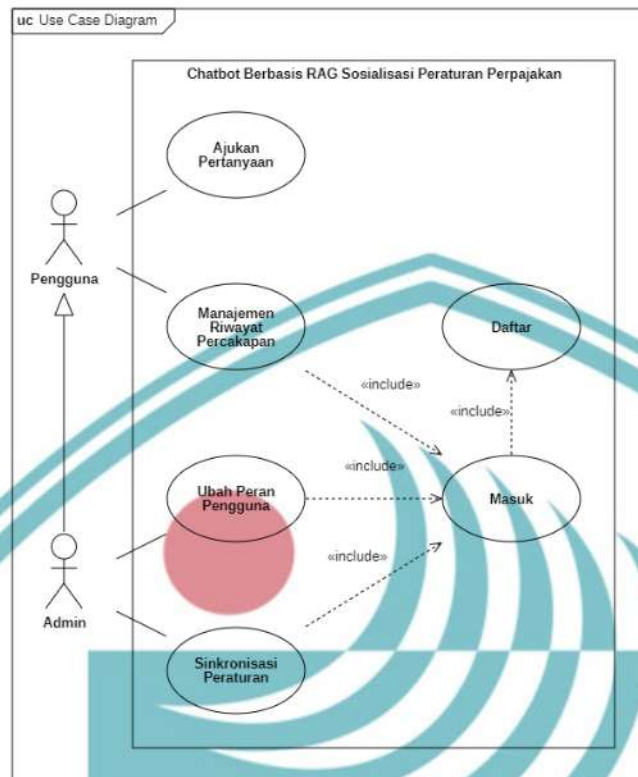
Pada sistem *chatbot* perpajakan berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), terdapat dua aktor, yaitu:

1. Pengguna, pihak yang berinteraksi langsung dengan *chatbot* untuk mencari informasi perpajakan.
2. Admin, pihak pengelola sistem yang bertugas melakukan sinkronisasi informasi secara manual.



Hak Cipta :

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



Gambar 4.1 Use Case Diagram

Beberapa use case utama dalam sistem ini meliputi:

1. Ajukan Pertanyaan, fitur utama bagi pengguna untuk mengajukan pertanyaan umum terkait perpajakan, seperti pengertian, informasi, dan penguatan. Sistem merespons berdasarkan pencarian informasi dari sumber data yang tersedia.
2. Manajemen Riwayat Percakapan, setelah Masuk, pengguna dapat mengakses atau menghapus riwayat interaksi dengan *chatbot*.
3. Ubah Peran Pengguna, fitur bagi admin untuk mengubah peran pengguna, seperti mengangkat pengguna menjadi admin atau sebaliknya.
4. Sinkronisasi Peraturan, digunakan oleh admin untuk memperbarui data peraturan dari sumber eksternal agar informasi yang disediakan *chatbot* tetap akurat dan terkini.
5. Daftar, pengguna baru dapat mendaftarkan akun untuk mendapatkan akses ke fitur tambahan seperti riwayat percakapan yang disimpan.
6. Masuk, autentikasi pengguna untuk masuk ke sistem. Jika belum memiliki akun, proses ini mencakup registrasi terlebih dahulu melalui Daftar.



Hak Cipta :

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

4.2.2 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan alur kerja dari sistem berdasarkan skenario tertentu. Diagram ini berfungsi untuk memvisualisasikan langkah-langkah logis dari proses bisnis atau fungsionalitas sistem secara dinamis, termasuk interaksi antara aktor dan sistem.

Pada sistem *chatbot* perpajakan berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), *activity diagram* dibuat untuk masing-masing *use case* yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Setiap diagram menggambarkan proses detail dari interaksi yang terjadi. Berikut adalah delapan *activity diagram* yang merepresentasikan seluruh proses utama dalam sistem:

1. *Activity Diagram* Ajukan Pertanyaan, pada Gambar 4.2 menggambarkan proses pengguna dalam mengajukan pertanyaan umum kepada *chatbot* dan mendapatkan jawaban berdasarkan data yang tersedia.



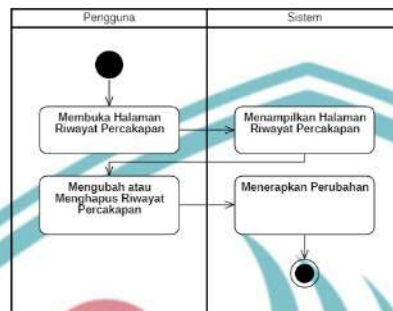
Gambar 4.2 *Activity Diagram* Ajukan Pertanyaan



Hak Cipta :

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

2. *Activity Diagram* Manajemen Riwayat Percakapan, pada Gambar 4.3 menjelaskan proses pengguna dalam melihat, mengubah, atau menghapus riwayat percakapan yang telah disimpan dalam sistem.



Gambar 4.3 *Activity Diagram* Manajemen Riwayat Percakapan

3. *Activity Diagram* Ubah Peran Pengguna, pada Gambar 4.4 menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan oleh admin untuk mengubah peran pengguna (misalnya dari pengguna menjadi admin).



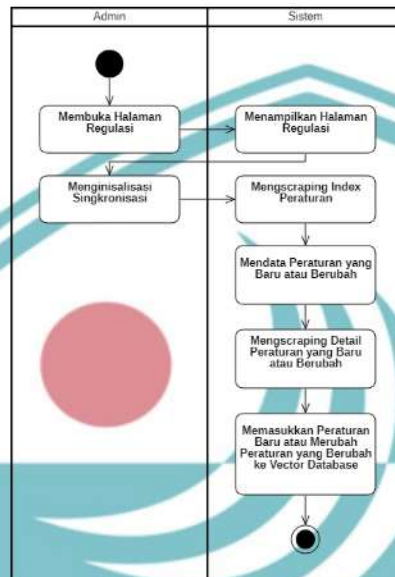
Gambar 4.4 *Activity Diagram* Ubah Peran Pengguna



Hak Cipta :

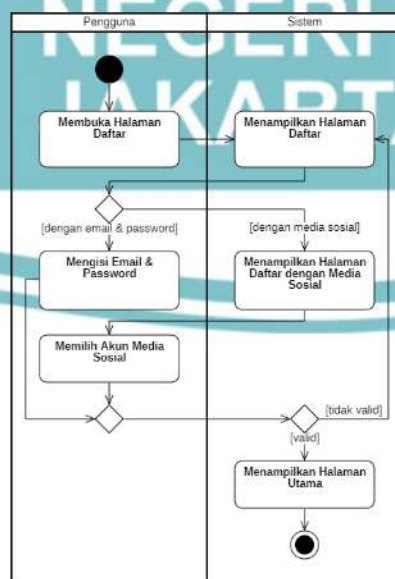
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

4. *Activity Diagram* Sinkronisasi Peraturan, pada Gambar 4.5 menjelaskan alur proses ketika admin melakukan sinkronisasi data peraturan dari sumber eksternal agar sistem tetap terbaru.



Gambar 4.5 *Activity Diagram* Sinkronisasi Peraturan

5. *Activity Diagram* Daftar, pada Gambar 4.6 menjelaskan alur registrasi pengguna baru ke dalam sistem, mulai dari pengisian formulir hingga penyimpanan data akun.



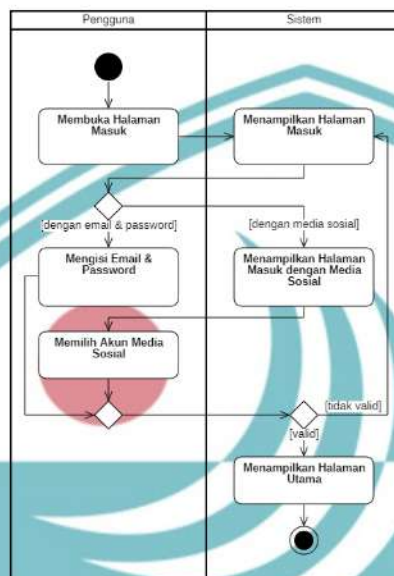
Gambar 4.6 *Activity Diagram* Daftar



Hak Cipta :

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

6. *Activity Diagram* Masuk, pada Gambar 4.7 menggambarkan proses autentikasi pengguna, termasuk validasi kredensial untuk mendapatkan akses ke sistem.



Gambar 4.7 *Activity Diagram* Masuk

4.2.3 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) pada sistem *chatbot* perpajakan digunakan untuk memodelkan struktur dan hubungan antar data yang tersimpan di dalam basis data. Diagram ini menunjukkan bagaimana data pengguna, peran, serta riwayat percakapan saling terhubung dan diorganisir di dalam sistem.

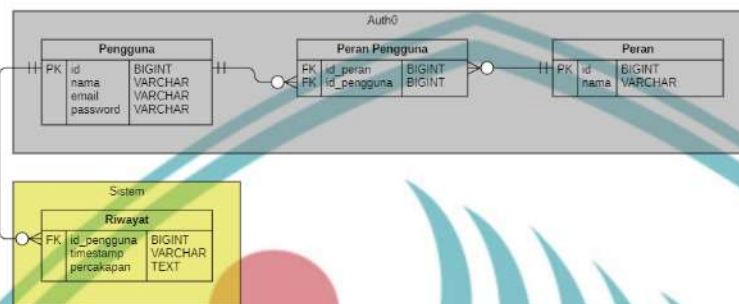
Terdapat lima entitas utama yang ditampilkan pada Gambar 4.8, yaitu pengguna, peran pengguna, peran, dan riwayat. Entitas pengguna, peran pengguna, dan peran menangani aspek otentikasi dan otorisasi pengguna, yang diintegrasikan melalui layanan Auth0. Sementara itu, entitas riwayat berfungsi untuk mencatat interaksi pengguna dengan *chatbot*, mulai dari sesi percakapan hingga isi pertanyaan dan jawaban.



Hak Cipta :

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

Relasi antar entitas dirancang untuk mendukung struktur percakapan bertingkat dan kontrol akses berbasis peran. Dengan model ini, sistem dapat menyimpan riwayat interaksi secara efisien sekaligus menjaga keamanan dan otorisasi pengguna.



Gambar 4.8 Entity Relationship Diagram

4.3 Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan proses realisasi dari perancangan *chatbot* pajak berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang telah diuraikan sebelumnya. Pada bagian ini, akan dipaparkan bagaimana sistem *chatbot* dibangun secara teknis. Pembahasan lebih lanjut akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu implementasi pengumpulan basis pengetahuan serta implementasi web.

4.3.1 Implementasi Pengumpulan Basis Pengetahuan

Implementasi pengumpulan basis pengetahuan merupakan tahap krusial dalam membangun *chatbot Retrieval-Augmented Generation* (RAG), karena kualitas dan relevansi informasi yang diberikan *chatbot* sangat bergantung pada data yang menjadi rujukannya. Proses ini melibatkan serangkaian langkah mulai dari pengumpulan data mentah dari sumber resmi, pembersihan, transformasi, hingga penyimpanan dalam format yang dapat diakses secara efisien oleh sistem RAG. Kode implementasi untuk keseluruhan proses pengumpulan basis pengetahuan ini dapat diakses pada repositori GitHub di <https://github.com/promecarus/tax-rag/tree/main/src/scrape>.



Hak Cipta :

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

1. Sumber Data dan Pengambilan Data Awal

Basis pengetahuan *chatbot* bersumber dari peraturan resmi kebijakan pajak yang tersedia di website kumpulan regulasi pajak, dengan fokus pada topik Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Pengambilan data awal dilakukan secara terprogram menggunakan skrip Python.

Skrip `initial.py` memanfaatkan fungsi-fungsi dalam `utils.py` untuk berinteraksi dengan API target. Fungsi `get_all_list_regs`, yang ditampilkan pada Gambar 4.9, pertama-tama mengambil daftar seluruh metadata peraturan, menangani paginasi secara asinkron untuk efisiensi. Metadata ini mencakup informasi seperti `permalink`, `perihal`, `tanggal_efektif`, `status_dokumen`, dan `topik`. Proses ini melibatkan penggunaan pustaka `httpx` untuk melakukan permintaan HTTP POST ke endpoint API yang dikonfigurasi dalam berkas `.env.toml`.

```
async def get_all_list_regs(limit: int) -> dict[str, typing.Any]:
    first: httpx.Response = await req_list_regs(page=1, limit=limit)

    data: dict[str, typing.Any] = first.json()["data"]["search_data"]

    tasks: list = []

    async with asyncio.TaskGroup() as tg:
        tasks.extend(
            [
                tg.create_task(coro=req_list_regs(page=page, limit=limit))
                for page in range(2,
                    first.json()["pagination"]["total_page"] + 1)
            ],
        )

    for task in tasks:
        data.extend(task.result().json()["data"]["search_data"])

    return data
```

Gambar 4.9 Fungsi `get_all_list_regs`

Setelah daftar metadata diperoleh, dilakukan penyaringan untuk hanya menyertakan peraturan yang berkaitan dengan PPh dan PPN, yang dalam implementasi ini diidentifikasi melalui kode topik tertentu, misalnya, filter `flattened_topik` yang mengandung pola "2" atau "3" pada skrip `initial.py`. Daftar metadata yang telah difilter ini kemudian disimpan dalam format JSON, berkas `index.json` di direktori `var/01_raw`.



Hak Cipta :

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

Selanjutnya, untuk setiap permalink dalam index.json, skrip memanggil fungsi `get_detail_reg`, yang ditampilkan pada Gambar 4.10, untuk mengambil konten lengkap dari masing-masing peraturan. Fungsi ini juga melakukan permintaan HTTP POST dan menangani potensi kegagalan sementara dengan mekanisme *retry*. Konten detail setiap peraturan, yang mungkin mencakup `body_final`, isi utama peraturan dalam format HTML, disimpan juga dalam format JSON, berkas `detail.json` di direktori `var/01_raw`.

```
def get_detail_reg(permalink: str) -> dict[str, typing.Any]:
    with httpx.Client(timeout=60) as client:
        while True:
            try:
                response: httpx.Response = client.post(
                    url=f"{toml.load(f='.env.toml')['url']['base']}/api/req-be",
                    json={
                        "method": "post",
                        "url":
                            f"{toml.load(f='.env.toml')['url']['detail']}",
                        "data": {"permalink": permalink},
                    },
                )
                if response.status_code == 200:
                    return response.json()["data"][0]
            except Exception as e:
                print(permalink, e) # noqa: T201
                time.sleep(0.1)
```

Gambar 4.10 Fungsi `get_detail_reg`

2. Pembersihan dan Pemrosesan Data

Data mentah yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya kemudian melalui proses pembersihan dan pemrosesan untuk menghilangkan informasi yang tidak relevan dan mengubahnya ke dalam format yang lebih terstruktur. Proses ini diotomatisasi menggunakan skrip `initial.py`, yang dapat dilihat pada Gambar 4.11, dengan bantuan pustaka `polars` untuk manipulasi `DataFrame` secara efisien.

```
if not (path_01 := path_raw / "index.json").exists():
    (
        pl.DataFrame(
            data=asyncio.run(main=utils.get_all_list_regs(limit=4000)),
        )
        .unique(subset="permalink")
        .with_columns(
            pl.col(name="topik")
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

```
.list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="uuid").cast(dtype=pl.Utf8))
    .list.sort()
    .list.join(separator=" ")
    .alias("flattened_topik"),
  )
)

.filter(pl.col(name="flattened_topik").str.contains(pattern=r"2|3"))
.write_json(file=path_01)
)

path_01_time: float = time.time() - start - accumulate_time
accumulate_time += path_01_time
print(path_01, f"created in {path_01_time:.2f} seconds.") # noqa: T201

if not (path_02 := path_raw / "detail.json").exists():
    (
        pl.read_json(source=path_01)
        .with_columns(
            pl.col(name="permalink")
            .map_elements(function=utils.get_detail_reg,
return_dtype=pl.Struct)
            .alias(name="detail"),
        )
        .with_columns(pl.col(name="flattened_topik").alias("topik"))
        .drop("flattened_topik")
        .write_json(file=path_02)
    )

path_02_time: float = time.time() - start - accumulate_time
accumulate_time += path_02_time
print(path_02, f"created in {path_02_time:.2f} seconds.") # noqa: T201

if not (path_03 := path_clean / "processed.csv").exists():
    (
        pl.read_json(source=path_02, infer_schema_length=284)
        .select(
            [
                pl.col(name="permalink"),
                pl.col(name="perihal"),

pl.col(name="tanggal_efektif").str.to_date(format="%d-%m-%Y"),
                pl.col(name="status_dokumen"),
                pl.col(name="topik"),
                pl.col(name="detail").struct.field(
                    name=[
                        "jenis_peraturan",
                        "nomor_peraturan",
                        "body_final",
                        "peraturan_terbaru",
                        "peraturan_sebelumnya",
                        "peraturan_relevan",
                    ],
                ),
                pl.col(name="detail")
                .struct.field(name="meta")
                .struct.field(name="keywords"),
            ],
        )
        .with_columns(
            [
```



Hak Cipta :

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

```
pl.col(name="body_final")
    .str.replace_all(pattern=r"\r+|\n+|\t+", value="")
    .str.replace_all(pattern=r"\"", value="'"),
pl.col(name="peraturan_terbaru")

.list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="permalink"))
    .list.sort()
    .list.join(separator=" "),
pl.col(name="peraturan_sebelumnya")

.list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="permalink"))
    .list.sort()
    .list.join(separator=" "),
pl.col(name="peraturan_relevan")

.list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="permalink"))
    .list.sort()
    .list.join(separator=" "),
    ],
    )
    .write_csv(file=path_03)
)

path_03_time: float = time.time() - start - accumulate_time
accumulate_time += path_03_time
print(path_03, f"created in {path_03_time:.2f} seconds.") # noqa: T201
```

Gambar 4.11 Proses Pembersihan

Dari berkas detail.json, kolom-kolom relevan seperti permalink, perihal, tanggal_efektif, status_dokumen, topik, jenis_peraturan, nomor_peraturan, dan body_final diekstrak. Kolom body_final, yang berisi teks utama peraturan dan seringkali masih mengandung karakter-karakter yang tidak diinginkan seperti *newline*, *tab*, dan spasi berlebih dihilangkan atau distandarisasi dari body_final. Informasi terkait seperti peraturan terbaru, sebelumnya, dan relevan juga diekstrak dan disederhanakan, menghasilkan berkas processed.csv yang menjadi dasar untuk tahap selanjutnya, yaitu generasi pasangan pertanyaan-jawaban.

3. Strategi Pemecahan Dokumen

Pemecahan dokumen, atau *chunking*, adalah salah satu langkah paling fundamental dan krusial dalam membangun aplikasi *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang efisien. Tujuannya adalah memecah berkas data yang besar menjadi segmen-segmen yang lebih mudah dikelola untuk dapat menyediakan informasi yang tepat dan relevan kepada *Large Language Model* (LLM). Meskipun terdapat



Hak Cipta :

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

strategi sederhana seperti *Fixed-Size Chunking* (Level 1) atau *Recursive Chunking* (Level 2), pendekatan tersebut kurang optimal untuk dokumen hukum yang padat, di mana pemisahan teks tanpa pemahaman konteks dapat menghilangkan makna esensial (Mishra, 2024).

Oleh karena itu, penelitian ini mengadopsi strategi yang lebih canggih, yang selaras dengan prinsip *Agentic Chunking* (Level 5). Strategi ini mengeksplorasi penggunaan LLM untuk secara cerdas menentukan informasi apa dan seberapa banyak yang harus dimasukkan ke dalam sebuah *chunk* berdasarkan konteks dokumen secara keseluruhan (Mishra, 2024). Dalam implementasi ini, LLM tidak hanya memecah teks, melainkan melakukan transformasi konseptual dengan mengubah setiap peraturan menjadi sekumpulan pasangan pertanyaan-jawaban yang mandiri.

Proses ini diawali dengan persiapan teks menggunakan fungsi pembantu `strip_html_tags` dari `utils.py`, dapat dilihat pada Gambar 4.12, yang bertugas membersihkan konten peraturan dari sisa tag HTML.

```
def strip_html_tags(data: str) -> str:
    return html.fromstring(html=data.replace(">", "> ").text_content()
```

Gambar 4.12 Fungsi `strip_html_tags`

Setelah teks bersih, fungsi `generate_qa_list`, dapat dilihat pada Gambar 4.13, bertindak sebagai "agen" dalam strategi ini. Melalui `system_instruction` yang detail, LLM sebagai agen diinstruksikan untuk menganalisis keseluruhan teks peraturan dan mengekstrak informasi penting menjadi unit-unit Q&A yang logis. Penggunaan parameter `response_mime_type` dan `response_schema` memastikan agen menghasilkan keluaran yang terstruktur dan andal, memanfaatkan model "Gemini 2.0 Flash Lite" untuk menjalankan tugas pemecahan konseptual.

```
def generate_qa_list(regulation: str) -> list[QAItem]:
    global counter
    counter += 1

    while True:
        try:
            response: types.GenerateContentResponse = genai.Client(
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

```
api_key=random.choice(seq=toml.load(f=".env.toml")["api_keys"]),
    ).models.generate_content(
        model="gemini-2.0-flash-lite",
        contents=regulation,
        config=types.GenerateContentConfig(
            system_instruction=""
        )
    )

    Buatlah daftar pertanyaan dan jawaban yang menyeluruh berdasarkan isi
    peraturan yang
    diberikan, dalam bahasa Indonesia yang jelas dan mudah dipahami.

    Keluaran yang diharapkan adalah dalam bentuk JSON array, di mana setiap
    item adalah
    objek yang memiliki dua field:
    - "question": pertanyaan yang relevan dan penting terkait dengan isi
    peraturan, yang
    dapat mencakup aspek-aspek seperti tujuan peraturan, definisi istilah
    penting, kewajiban
    atau hak yang diatur, sanksi atau konsekuensi pelanggaran, dan lain-lain.
    - "answer": jawaban lengkap dan informatif yang menjawab pertanyaan
    tersebut,
    berdasarkan isi peraturan yang diberikan. Jawaban harus mencakup informasi
    penting dari
    peraturan, dan harus ditulis dalam bahasa Indonesia yang formal dan mudah
    dipahami.
    Pastikan untuk tidak mengulangi pertanyaan dalam jawaban, dan fokus pada
    memberikan
    jawaban yang tepat dan relevan.
    """
    temperature=0.1,
    response_mime_type="application/json",
    response_schema=QAList,
    ),
    )

    qa_list: list[QAItem] = QAList.model_validate_json(
        json_data=response.text,
    ).qa_list

    print(f"{counter:> 5}, {len(qa_list):> 5} pasang
    pertanyaan-jawaban.") # noqa: T201

    return qa_list

except Exception as e:
    print(e) # noqa: T201
```

Gambar 4.13 Fungsi generate_qa_list



Hak Cipta :

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

Keseluruhan alur kerja ini dilakukan pada skrip `initial.py`, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.14, di mana data sebanyak 3336 peraturan, diproses dengan membersihkan konten HTML menggunakan fungsi `strip_html_tags` lalu memanggil fungsi 'agen' `generate_qa_list` untuk mengubah setiap teks peraturan menjadi sebuah daftar pasangan Q&A, pasangan yang dihasilkan bervariasi menyesuaikan dengan konten yang ada pada peraturan terkait, terbanyak 91 pasang Q&A, dan tersedikit adalah 1 pasang Q&A. Langkah transformasi struktur selanjutnya menggunakan fungsi `.explode()` untuk mengubah daftar tersebut menjadi beberapa baris, yang kemudian dipisahkan menjadi kolom question dan answer oleh `.unnest()`. Akhirnya, hasil akhir yang kini berisi satu pasangan Q&A per baris disimpan sebagai berkas `embed.csv` yang menjadi basis pengetahuan terstruktur untuk tahap selanjutnya.

```
if not (path_06 := path_final / "embed.csv").exists():
    (
        pl.read_csv(source=path_03)
        .select(["permalink", "body_final"])
        .with_columns(
            pl.col(name="body_final")
            .map_elements(function=utils.strip_html_tags,
return_dtype=pl.Utf8)
            .str.strip_chars()
            .str.replace_all(pattern=r"\s+", value=" "),
        )
        .with_columns(
            pl.col(name="body_final").map_elements(
                function=utils.generate_qa_list,
                return_dtype=pl.List(
                    inner=pl.Struct(
                        fields=[
                            pl.Field(name="question", dtype=pl.Utf8),
                            pl.Field(name="answer", dtype=pl.Utf8),
                        ],
                    ),
                ),
            ),
        )
        .explode(columns="body_final")
        .unnest(columns="body_final")
        .with_columns(
            pl.col(name="permalink")
            .cum_count()
            .over(partition_by="permalink")
            .cast(dtype=pl.Utf8)
            .alias(name="id"),
        )
        .select(
            [
```



Hak Cipta :

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

```
pl.col(name="id"),
pl.col(name="permalink"),
pl.col(name="question"),
pl.col(name="answer"),
],
)
.write_csv(file=path_06)
)
path_06_time: float = time.time() - start - accumulate_time
accumulate_time += path_06_time
print(path_06, f"created in {path_06_time:.2f} seconds.") # noqa: T201
```

Gambar 4.14 Proses Pemecahan Dokumen

4. Penyimpanan ke Basis Data Vektor

Tahap akhir dari proses pengumpulan basis pengetahuan adalah memuat pasangan pertanyaan-jawaban yang telah diproses ke dalam basis data vektor ChromaDB. Sistem ini dirancang khusus untuk menyimpan dan melakukan pencarian semantik terhadap data dalam bentuk vektor, yang didapat dari proses *embedding*, meliputi *text normalization*, *token embedding*, *transformer encoding*, *pooling layer*, dan diakhiri dengan *dense vector embedding*. Keseluruhan proses ini diatur oleh skrip `initial.py` yang menginisialisasi klien dan koleksi ChromaDB, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.15.

```
if not (path_07 := Path(".chroma/chroma.sqlite3")).exists():
    chroma_client: chromadb.ClientAPI = chromadb.PersistentClient(
        path=".chroma",
        settings=chromadb.config.Settings(anonymized_telemetry=False),
    )
    collection: chromadb.Collection =
chroma_client.create_collection(name="tax-rag")

data: pl.DataFrame = (
    pl.read_csv(source=path_06)
    .join(other=pl.read_csv(source=path_03), on="permalink")
    .select(
        [
            pl.concat_str(
                exprs=[pl.col(name="permalink"), pl.col(name="id")],
                separator="#",
            ).alias(name="id"),
            pl.struct(
                [
                    pl.col(name="answer"),
                    pl.col(name="permalink"),
                    pl.col(name="status_dokumen"),
                    pl.col(name="topik"),
                    pl.col(name="jenis_peraturan"),
                    pl.col(name="nomor_peraturan"),
                ]
            )
        ]
    )
```



Hak Cipta :

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

```

    ],
    ).alias(name="metadata"),
    pl.col(name="question").alias(name="document"),
  ],
)

max_batch: int = chroma_client.get_max_batch_size()

for i in range(0, len(data), max_batch):
    batch: pl.DataFrame = data[i : i + max_batch]
    collection.add(
        ids=batch["id"].to_list(),
        metadatas=batch["metadata"].to_list(),
        documents=batch["document"].to_list(),
    )

path_07_time: float = time.time() - start - accumulate_time
accumulate_time += path_07_time
print(path_07, f"created in {path_07_time:.2f} seconds.") # noqa: T201

```

Gambar 4.15 Proses Penyimpanan

Sebelum data dimuat, skrip mempersiapkan dan merestrukturisasi data dengan menggabungkan berkas `embed.csv` dengan `regulation.csv` untuk memperkaya setiap entri. Data tersebut kemudian distrukturkan ulang, di mana kolom `question` ditetapkan sebagai `document` yang akan di-*embed*, sementara kolom `answer` beserta detail lainnya dijadikan `metadata`. Sebuah ID unik juga dibuat untuk setiap entri guna memastikan tidak ada data yang duplikat dalam koleksi.

Setelah data siap, proses penambahan ke koleksi "tax-rag" dilakukan secara bertahap (*batching*) untuk efisiensi dan keandalan dalam menangani data dalam jumlah besar. Struktur penyimpanan ini sangat fundamental bagi cara kerja sistem RAG, yang memungkinkan pencarian kemiripan semantik pada vektor-vektor `question` yang tersimpan. Setelah `question` yang paling relevan ditemukan, sistem akan mengambil `answer` dan detail lainnya dari `metadata` yang menyertainya untuk menyusun jawaban akhir yang akurat dan kontekstual.

5. Pemeliharaan Basis Pengetahuan

Untuk memastikan basis pengetahuan *chatbot* tetap akurat seiring dengan perubahan peraturan perpajakan, sebuah mekanisme pemeliharaan otomatis diimplementasikan dalam skrip `daily.py`. Skrip ini secara cerdas membandingkan data yang ada di sistem dengan data terbaru dari sumber eksternal untuk



Hak Cipta :

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

menangani tiga skenario utama: penambahan peraturan baru, pembaruan peraturan yang ada, serta penghapusan peraturan. Seluruh proses ini dijalankan secara terjadwal untuk menjaga integritas dan relevansi informasi.

Proses pemeliharaan tidak dijalankan secara manual, melainkan diotomatisasi sepenuhnya menggunakan pustaka `schedule` dalam Python. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16, sebuah pekerjaan (job) telah dikonfigurasi untuk dieksekusi setiap hari pada waktu yang telah ditentukan, yaitu pukul 00:00 Waktu Indonesia Barat (WIB). Skrip akan terus berjalan di latar belakang, dan `schedule.run_pending()` akan memastikan pekerjaan dieksekusi tepat pada waktunya, sehingga proses sinkronisasi terjadi secara konsisten tanpa intervensi manusia.

```
schedule.every().day.at(time_str="00:00", tz="Asia/Jakarta")
.do(job_func=job)

while True:
    schedule.run_pending()
    time.sleep(1)
```

Gambar 4.16 Penjadwalan Proses Harian

Ketika sumber data eksternal menerbitkan peraturan yang belum ada di dalam sistem, skrip akan mengidentifikasinya sebagai peraturan baru. Proses identifikasi ini dilakukan melalui operasi *anti-join* antara daftar peraturan baru dan daftar peraturan lama untuk menemukan permalink yang unik. Seperti pada Gambar 4.17, untuk setiap peraturan baru yang terdeteksi, skrip akan menjalankan alur pemrosesan data secara penuh.

```
if (
    new := regulation_new.join(
        other=regulation_old.select("permalink"),
        on="permalink",
        how="anti",
    ).with_columns(
        pl.lit(value="").alias(name="jenis_peraturan"),
        pl.lit(value="").alias(name="nomor_peraturan"),
        pl.lit(value="").alias(name="body_final"),
        pl.lit(value="").alias(name="peraturan_terbaru"),
        pl.lit(value="").alias(name="peraturan_sebelumnya"),
        pl.lit(value="").alias(name="peraturan_relevan"),
        pl.lit(value="").alias(name="keywords"),
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

```

    )
  ).height:
    new: pl.DataFrame = (
      new.with_columns(
        pl.col(name="permalink")
          .map_elements(function=utils.get_detail_reg,
            return_dtype=pl.Struct)
          .alias(name="detail"),
      )
      .select(
        [
          pl.col(name="permalink"),
          pl.col(name="perihal"),
          pl.col(name="tanggal_efektif"),
          pl.col(name="status_dokumen"),
          pl.col(name="topik"),
          pl.col(name="detail").struct.field(
            name=[
              "jenis_peraturan",
              "nomor_peraturan",
              "body_final",
              "peraturan_terbaru",
              "peraturan_sebelumnya",
              "peraturan_relevan",
            ],
          ),
          pl.col(name="detail")
            .struct.field(name="meta")
            .struct.field(name="keywords"),
        ],
      )
      .with_columns(
        [
          pl.when(pl.col(name="peraturan_terbaru").list.len() == 0)
            .then(statement=pl.lit(value=[{"permalink": ""}]))
            .otherwise(statement=pl.col(name="peraturan_terbaru"))
            .alias(name="peraturan_terbaru"),
          pl.when(pl.col(name="peraturan_sebelumnya").list.len() ==
0)
            .then(statement=pl.lit(value=[{"permalink": ""}]))
            .otherwise(statement=pl.col(name="peraturan_sebelumnya"))
            .alias(name="peraturan_sebelumnya"),
          pl.when(pl.col(name="peraturan_relevan").list.len() == 0)
            .then(statement=pl.lit(value=[{"permalink": ""}]))
            .otherwise(statement=pl.col(name="peraturan_relevan"))
            .alias(name="peraturan_relevan"),
        ],
      )
      .with_columns(
        [
          pl.col(name="body_final")
            .str.replace_all(pattern=r"\r+|\n+|\t+", value="")
            .str.replace_all(pattern=r"\"", value="'"),
          pl.col(name="peraturan_terbaru")
            .list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="permalink"))
            .list.sort()
            .list.join(separator=" "),
        ],
      )
    )
  )

```



Hak Cipta :

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

```
pl.col(name="peraturan_sebelumnya")

.list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="permalink"))
  .list.sort()
  .list.join(separator=" "),
pl.col(name="peraturan_relevan")

.list.eval(expr=pl.element().struct.field(name="permalink"))
  .list.sort()
  .list.join(separator=" "),
],
)
)
```

Gambar 4.17 Logika Penambahan Peraturan Baru

Untuk peraturan yang sudah ada namun mengalami perubahan pada metadatanya (misalnya perubahan status_dokumen atau perihal), skrip menerapkan metode yang sangat efisien. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18, perubahan diidentifikasi dengan membandingkan nilai kolom antara data baru dan data lama. Alih-alih memproses ulang seluruh dokumen, skrip hanya akan mengambil entri yang sudah ada dari ChromaDB berdasarkan permalink, lalu memperbarui metadatanya menggunakan metode .update().

```
if (
  update := (
    regulation_new.join(
      other=regulation_old,
      on="permalink",
      how="left",
      suffix="_old",
    )
    .filter(
      (pl.col(name="perihal") != pl.col(name="perihal_old"))
      | (pl.col(name="tanggal_efektif") !=
pl.col(name="tanggal_efektif_old"))
      | (pl.col(name="status_dokumen") !=
pl.col(name="status_dokumen_old"))
      | (pl.col(name="topik") != pl.col(name="topik_old")),
    )
    .drop(
      [
        pl.col(name="perihal_old"),
        pl.col(name="tanggal_efektif_old"),
        pl.col(name="status_dokumen_old"),
        pl.col(name="topik_old"),
      ],
    )
  )
).height:
  for row in update.iter_rows():
```



Hak Cipta :

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

```
(
    permalink,
    _,
    _,
    status_dokumen,
    topik,
    jenis_peraturan,
    nomor_peraturan,
    _,
    _,
    _,
    _,
    _
) = row

get_result: chromadb.GetResult = collection.get(
    where={"permalink": permalink},
)
for gr_id, gr_metadata in zip(
    get_result["ids"],
    get_result["metadatas"],
    strict=True,
):
    gr_metadata["status_dokumen"] = status_dokumen
    gr_metadata["topik"] = topik
    gr_metadata["jenis_peraturan"] = jenis_peraturan
    gr_metadata["nomor_peraturan"] = nomor_peraturan

    collection.update(ids=[gr_id], metadatas=[gr_metadata])
update.write_json(file=Path("var/03_final") / "_update.json")
```

Gambar 4.18 Logika Pembaruan Peraturan Lama

Jika sebuah peraturan tidak lagi tersedia di sumber data eksternal, skrip akan menganggapnya telah dihapus. Identifikasi dilakukan dengan operasi *anti-join* untuk menemukan permalink yang ada di data lama namun tidak ada di data baru, dapat dilihat pada Gambar 4.19. Setelah daftar peraturan yang akan dihapus didapatkan, skrip akan menjalankan perintah `collection.delete()` dengan klausa `where` untuk menghapus semua entri yang terkait dengan permalink tersebut dari basis data vektor.

```
if (
    delete := (
        regulation_old.join(
            other=regulation_new.select("permalink"),
            on="permalink",
            how="anti",
        ).select(pl.col(name="permalink"))
    )
).height:
    collection.delete(where={"permalink": {"$in":
```



Hak Cipta :

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

```
delete["permalink"].to_list()}})

delete.write_json(file=Path("var/03_final") / "_delete.json")
```

Gambar 4.19 Logika Penghapusan Peraturan Lama

Setelah semua skenario perubahan ditangani, skrip akan memperbarui berkas *regulation.csv* lokal untuk menyinkronkannya dengan kondisi terbaru. Langkah ini memastikan bahwa pada siklus pemeliharaan berikutnya, perbandingan data dapat dilakukan dengan benar berdasarkan keadaan terakhir dari basis pengetahuan.

4.3.2 Implementasi Web

Implementasi antarmuka web dari sistem *chatbot* pajak berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dibangun menggunakan framework *Streamlit*. Seluruh kode sumber untuk implementasi fitur ini dapat diakses secara terbuka melalui repositori GitHub pada tautan <https://github.com/promecarus/tax-rag/tree/main/src/main>. Web dibagi menjadi dua fitur utama, yaitu fitur *chat* untuk interaksi tanya jawab dan fitur regulasi untuk eksplorasi dokumen peraturan perpajakan.

1. Fitur Chat

Fitur *chat* berfungsi sebagai halaman interaksi utama di mana pengguna dapat mengajukan pertanyaan terkait kebijakan PPh dan PPN secara langsung kepada *chatbot* dalam sebuah antarmuka percakapan yang intuitif. Di sisi kanan halaman, pengguna mengetikkan pertanyaan pada kolom input, dan seluruh percakapan akan ditampilkan di area utama. Untuk mendukung fungsionalitas ini, sistem dilengkapi dengan *sidebar* komprehensif yang menampung tiga sub fitur: profil, riwayat *chat*, dan konfigurasi *chat*, yang masing-masingnya dapat dilihat secara berurutan pada Gambar 4.20, Gambar 4.21, dan Gambar 4.22.

Sub fitur profil dan autentikasi pengguna, pada Gambar 4.20, ditangani melalui layanan eksternal Auth0, yang memungkinkan pengguna untuk masuk atau keluar dari sistem. Ketika pengguna telah masuk, sebuah kartu profil akan ditampilkan di *sidebar*, menyajikan informasi seperti gambar profil, nama lengkap, dan peran yang menandakan status sebagai pengguna atau admin. Pengguna dengan peran



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

admin mendapatkan akses ke tombol "Kelola Peran Pengguna", yang membuka dialog untuk mengubah hak akses pengguna lain dalam sistem.



Gambar 4.20 Sub Fitur Profile

Sub fitur riwayat percakapan, pada Gambar 4.21, dirancang untuk meningkatkan pengalaman pengguna dengan menyimpan setiap interaksi secara persisten bagi pengguna yang telah masuk. Riwayat ini disimpan dalam basis data SQLite lokal, di mana setiap sesi percakapan dicatat dengan ID pengguna dan stempel waktu unik. Melalui *sidebar*, pengguna dapat melihat daftar percakapan sebelumnya, memilih salah satu untuk dilihat atau dilanjutkan, serta menghapus riwayat yang sudah tidak diperlukan. Adanya tombol "Chat baru" memungkinkan pengguna untuk memulai sesi percakapan yang baru.



Gambar 4.21 Sub Fitur Riwayat Chat

Sub fitur konfigurasi *chat*, pada Gambar 4.22, memberikan kontrol penuh kepada pengguna untuk menyesuaikan cara kerja *chatbot*. Pengguna dapat memilih model bahasa generatif yang akan digunakan dari daftar yang tersedia. Selain itu, terdapat



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

opsi untuk mengatur jumlah dokumen peraturan sebagai konteks jawaban, serta menyaring dokumen berdasarkan status keberlakuannya.



Gambar 4.22 Sub Fitur Konfigurasi Chat

Untuk tujuan transparansi dan analisis, pengguna juga dapat mengaktifkan toggle "Tampilkan pencarian" untuk melihat dokumen yang berhasil diambil oleh sistem *retrieval* dan "Tampilkan prompt" untuk melihat *prompt* final yang digabungkan dengan konteks sebelum dikirim ke model *Large Language Model* (LLM).

2. Fitur Regulasi

Fitur Regulasi berfungsi sebagai dasbor interaktif yang dirancang untuk memberikan pengguna akses langsung untuk menjelajahi, menyaring, dan membaca seluruh dokumen peraturan perpajakan yang menjadi basis pengetahuan sistem. Halaman ini, yang dapat dilihat pada Gambar 4.23, menjadi alternatif bagi pengguna yang ingin melakukan riset mandiri atau mencari peraturan spesifik tanpa melalui interaksi tanya-jawab dengan *chatbot*. Saat pertama kali diakses, fitur ini akan memuat seluruh data peraturan dari berkas *regulation.csv* dan menampilkannya dalam sebuah tabel interaktif yang ringkas, menyorot kolom "Jenis Peraturan" dan "Nomor Peraturan" untuk identifikasi cepat.

Hak Cipta :

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

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

[illegible]

Gambar 4.24 Opsi Penyaringan

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer – Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Gambar 4.25 Widget Penyaringan

Ketika pengguna memilih satu atau lebih peraturan dari tabel, sistem akan menampilkan tampilan detail yang komprehensif untuk setiap dokumen yang dipilih, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.26. Tampilan ini dirancang untuk menyajikan informasi secara terstruktur dan mudah dicerna. Setiap detail peraturan diawali dengan sub-judul yang jelas, diikuti dengan sebuah *expander* berjudul "Informasi Detail Dokumen" yang berisi metadata penting.



Gambar 4.26 Tampilan Detail Regulasi

Di bawah *expander* tersebut, informasi relasional dan kontekstual disajikan menggunakan komponen *segmented control* untuk menampilkan topik-topik yang dibahas, daftar peraturan terkait (terbaru, sebelumnya, dan relevan), serta *keywords* utama dari dokumen. Terakhir, untuk memberikan pemahaman penuh, isi lengkap dari badan peraturan ditampilkan menggunakan komponen *st.html* yang mampu merender konten HTML secara akurat, menjaga format asli dokumen seperti tabel, daftar, dan penekanan teks.



4.4 Pengujian

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan fungsional dan performa *chatbot* menggunakan metode pengujian *black box*. Keakuratan sistem akan dinilai melalui dua pendekatan utama: *Human Evaluation* oleh pakar perpajakan untuk menentukan valid atau tidaknya jawaban yang dihasilkan terhadap pertanyaan yang diberikan, dengan reliabilitas penilaian diuji menggunakan *Cohen's Kappa*; serta evaluasi metrik melalui *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs) untuk menilai efektivitas teknis dari komponen *retrieval* dan *generation*; dan pengujian *stress* akan dilakukan untuk menguji ketahanan komponen sistem di bawah beban tinggi; sementara *System Usability Scale* (SUS) akan digunakan untuk mengukur kemudahan penggunaan sistem dari perspektif pengguna. Pembahasan lebih lanjut akan meliputi Prosedur Pengujian, Data Hasil Pengujian, dan Analisis Data Pengujian dari kelima metode ini untuk menilai kelayakan sistem secara komprehensif.

4.4.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian sistem dilakukan secara komprehensif menggunakan tiga metode evaluasi untuk mengukur fungsionalitas, validitas jawaban, dan performa teknis. Metode-metode tersebut adalah pengujian *black box*, *human evaluation* dengan uji reliabilitas *Cohen's Kappa*, evaluasi metrik menggunakan *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs), pengujian *stress*, serta *System Usability Scale* (SUS). Setiap metode dirancang untuk memberikan penilaian yang spesifik dan saling melengkapi, mulai dari verifikasi fungsionalitas sistem sesuai spesifikasi, penilaian validitas jawaban oleh para ahli, hingga pengukuran kinerja komponen inti RAG secara kuantitatif.

Penilaian validitas jawaban (*human evaluation*) akan dilakukan oleh dua pakar yang memiliki keahlian dan pengalaman relevan di bidang perpajakan. Keterlibatan pakar bertujuan untuk memastikan bahwa evaluasi terhadap jawaban *chatbot* dilakukan berdasarkan pengetahuan praktis dan teoritis yang mendalam. Profil dari kedua pakar penilai dirangkum dalam Tabel 4.8.

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

Tabel 4.8 Profil Pakar Penilai

Atribut	Pakar 1	Pakar 2
Nama	Heru Tri Noviyanto	Nofialdi
Pengalaman	Sejak tahun 2001	Sejak tahun 2012
Afiliasi	KPP Madya Jakarta Utara	PT. Nata Solusi Pratama (Penyedia Jasa Aplikasi Perpajakan)
Jabatan	Kepala Seksi P3 (Pemeriksaan, Penilaian, dan Penagihan)	Bisnis Analis
Pendidikan	- Sekolah Tinggi Akuntansi Negara, D3 Akuntansi - Sekolah Tinggi Akuntansi Negara, D4 Akuntansi Sektor Publik - Universitas Indonesia, S2 Ilmu Administrasi	- Universitas Padjadjaran, S1 Akuntansi

4.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian sistem dirancang secara sistematis untuk mengevaluasi setiap aspek dari *chatbot*, mulai dari fungsionalitas dasar hingga performa teknis dan keakuratan jawaban. Setiap tahap mengikuti serangkaian langkah terstruktur untuk memastikan evaluasi yang komprehensif dan objektif.

1. Pengujian *Black Box*

Pengujian ini berfokus untuk memverifikasi bahwa semua fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, tanpa melihat struktur kode internalnya. Tujuannya adalah memastikan setiap fitur dapat dioperasikan dan memberikan hasil yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan menjalankan skenario uji untuk setiap item fungsional utama dari aplikasi. Ruang lingkup pengujian *Black Box* dirangkum pada Tabel 4.9, sementara detail skenario beserta hasilnya akan dipaparkan pada bagian 4.4.3 Data Hasil Pengujian.

Tabel 4.9 Ruang Lingkup Pengujian *Black Box*

Kode	Item Uji	Detail Pengujian
BB-1	Halaman autentikasi	Daftar (1) dan masuk (2)
BB-2	Halaman <i>chat</i>	Ajukan pertanyaan (1), manajemen riwayat percakapan (2), dan ubah peran pengguna (3)
BB-3	Halaman regulasi	Melihat seluruh regulasi (1), filter regulasi (2), melihat detail regulasi (3), dan sinkronisasi regulasi (4)

2. Pengujian *Human Evaluation* dan *Cohen's Kappa*

Tahap ini bertujuan untuk mengukur validitas dan keakuratan faktual dari jawaban yang dihasilkan *chatbot* dari sudut pandang ahli di bidang perpajakan. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan satu set data uji yang terdiri dari 20 pertanyaan terstruktur untuk mengevaluasi pemahaman *chatbot* secara komprehensif. Kumpulan pertanyaan ini dibagi menjadi dua topik utama: 10 pertanyaan mengenai topik Pajak Penghasilan (PPh) dan 10 pertanyaan mengenai topik Pajak Pertambahan Nilai (PPN), setiap topik dibagi menjadi 5 pertanyaan dari regulasi lama dan 5 pertanyaan dari regulasi terbaru yang berlaku. Pertanyaan-pertanyaan ini kemudian diajukan kepada *chatbot* untuk menghasilkan jawaban.
- Pasangan pertanyaan dan jawaban yang dihasilkan diserahkan kepada dua orang pakar perpajakan untuk dinilai. Para ahli memberikan penilaian biner: Valid atau Tidak Valid. Jawaban dinilai "Valid" jika informasinya akurat secara faktual berdasarkan peraturan dan menjawab inti pertanyaan; jika tidak, maka dinilai "Tidak Valid". Seluruh data pengujian dicatat dalam format seperti yang diilustrasikan pada Tabel 4.10.



Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.10 Format Pengujian *Human Evaluation*

No	Pertanyaan	Jawaban <i>Chatbot</i>	Nilai Pakar 1	Nilai Pakar 2
1	Pertanyaan 1	Jawaban 1	Valid/Tidak Valid	Valid/Tidak Valid
...	Pertanyaan...	Jawaban...	Valid/Tidak Valid	Valid/Tidak Valid
20	Pertanyaan 20	Jawaban 20	Valid/Tidak Valid	Valid/Tidak Valid

- c. Setelah data penilaian dari kedua pakar terkumpul, dilakukan perhitungan statistik menggunakan Cohen's Kappa untuk mengukur tingkat kesepakatan antar penilai (*inter-rater reliability*). Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa tingkat konsistensi penilaian tinggi dan tidak terjadi hanya karena kebetulan. Tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut:
- i. Membuat matriks kesepakatan, data penilaian dari kedua pakar disusun ke dalam sebuah tabel kontingensi 2x2 yang dapat dilihat pada Tabel 4.11. Tabel ini akan menunjukkan frekuensi di mana kedua pakar setuju dan tidak setuju.

Tabel 4.11 Matriks Kesepakatan

		Pakar 2		Total
		Kategori 1	Kategori 2	
Pakar 1	Kategori 1	a	b	$a + b$
	Kategori 2	c	d	$c + d$
Total		$a + c$	$b + d$	$N = a + b + c + d$



Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

Keterangan:

- a = Jumlah ternilai kategori 1 oleh pakar 1 dan pakar 2
- b = Jumlah ternilai kategori 1 oleh pakar 1 dan kategori 2 oleh pakar 2
- c = Jumlah ternilai kategori 2 oleh pakar 1 dan kategori 1 oleh pakar 2
- d = Jumlah ternilai kategori 2 oleh pakar 1 dan pakar 2
- N = Jumlah semua sampel

- ii. Menghitung proporsi kesepakatan teramati (P_o), itu adalah proporsi dari jumlah item yang disetujui oleh kedua pakar. Dihitung dengan Persamaan (1):

$$P_o = \frac{a+d}{N} \quad (1)$$

Keterangan:

- a = Jumlah sampel ternilai kategori 1 oleh pakar 1 dan pakar 2
- d = Jumlah sampel ternilai kategori 2 oleh pakar 1 dan pakar 2
- N = Jumlah semua sampel

- iii. Menghitung proporsi kesepakatan harapan (P_e): Ini adalah probabilitas kesepakatan yang bisa terjadi secara kebetulan. Perhitungannya melibatkan probabilitas bahwa kedua penilai akan setuju pada kategori "Valid" secara kebetulan dan probabilitas mereka akan setuju pada kategori "Tidak Valid" secara kebetulan. Dihitung dengan Persamaan (2):

$$P_e = \frac{(a+b) \cdot (a+c) + (c+d) \cdot (b+d)}{N^2} \quad (2)$$

Keterangan:

- a = Jumlah ternilai kategori 1 oleh pakar 1 dan pakar 2
- b = Jumlah ternilai kategori 1 oleh pakar 1 dan kategori 2 oleh pakar 2
- c = Jumlah ternilai kategori 2 oleh pakar 1 dan kategori 1 oleh pakar 2
- d = Jumlah ternilai kategori 2 oleh pakar 1 dan pakar 2
- N = Jumlah semua sampel



Hak Cipta :

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

- iv. Nilai Kappa dihitung dengan memasukkan nilai P_o dan P_e ke dalam Persamaan (3):

$$k = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad (3)$$

Nilai k yang dihasilkan akan diinterpretasikan untuk menentukan kekuatan kesepakatan, di mana nilai yang mendekati 1 menunjukkan kesepakatan yang sangat baik dan dapat diandalkan, atau dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Interpretasi Nilai Koefisien Kappa

Nilai Kappa (k)	Tingkat Kesepakatan
≤ 0	Tidak Ada
0,01 – 0,20	Sedikit
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Baik
0,81 – 1,00	Sangat Baik

3. Pengujian *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs)

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja teknis dari komponen inti dalam sistem *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) secara kuantitatif. *Framework* RAGAs digunakan untuk menilai sejauh mana komponen *retrieval* dan *generation* bekerja secara sinergis dalam menghasilkan jawaban yang relevan, akurat, dan berbasis konteks. Pengujian dilakukan dengan menjalankan tiga metrik utama berikut:

a. *Faithfulness*

Metrik ini mengukur sejauh mana klaim dalam jawaban dapat didukung oleh konteks yang diambil. Langkah perhitungannya adalah:



Hak Cipta :

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

- i. Identifikasi seluruh klaim yang terdapat dalam jawaban menggunakan LLM.
- ii. Evaluasi apakah setiap klaim tersebut dapat dibuktikan atau didukung oleh konteks.
- iii. Hitung skor menggunakan Persamaan (4):

$$\text{Faithfulness Score} = \frac{\text{Jumlah klaim yang didukung konteks}}{\text{Jumlah total klaim dalam jawaban}} \quad (4)$$

b. Answer Relevancy

Metrik ini mengevaluasi seberapa relevan jawaban terhadap pertanyaan awal, tanpa mempertimbangkan kebenaran faktualnya. Prosedur pengukurannya adalah:

- i. Gunakan LLM untuk menghasilkan beberapa pertanyaan baru (reverse-engineered) berdasarkan isi jawaban.
- ii. Hitung *cosine similarity* antara *embedding* setiap pertanyaan hasil rekonstruksi dengan *embedding* dari pertanyaan asli.
- iii. Hitung nilai rerata *cosine similarity* sebagai skor relevansi jawaban menggunakan Persamaan (5):

$$\text{Answer Relevancy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \cos(E_{gi}, E_o) \quad (5)$$

Di mana E_{gi} adalah *embedding* dari pertanyaan ke- i hasil rekonstruksi, dan E_o adalah *embedding* dari pertanyaan asli.

c. Context Precision

Metrik ini menilai apakah konteks yang relevan berhasil ditempatkan di posisi atas oleh sistem *retrieval*. Langkah-langkah pengukurannya:

- i. Tandai setiap potongan konteks apakah relevan atau tidak terhadap pertanyaan.
- ii. Hitung Precision@ k untuk setiap peringkat k menggunakan Persamaan (6):

$$\text{Precision}@k = \frac{\text{True Positive}@k}{\text{True Positives}@k + \text{False Positives}@k} \quad (6)$$



Hak Cipta :

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

- iii. Hitung Context Precision@K sebagai skor akhir berdasarkan bobot relevansi menggunakan Persamaan (7):

$$\text{Context Precision@K} = \frac{\sum_{k=1}^K (\text{Precision@k} \times v_k)}{\text{Jumlah item relevan di top K}} \quad (7)$$

Di mana $v_k \in \{0, 1\}$ adalah indikator apakah konteks di posisi ke-k relevan.

4. Pengujian Stress

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan dan performa sistem *chatbot* saat menghadapi beban kerja tinggi, khususnya pada pemanggilan API *Large Language Model* (LLM). Prosedur pengujian melibatkan simulasi sejumlah 1500 permintaan API secara berurutan, sesuai dengan batasan *rate limit* yang tertera pada *dashboard*, sedangkan dokumentasi menyebutkan 200 permintaan per hari. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah pemanggilan API yang berhasil atau gagal, serta waktu respons untuk setiap panggilan. Pengujian ini penting untuk memastikan *chatbot* dapat beroperasi secara stabil dan responsif, dengan mempertimbangkan perbedaan batasan *rate limit* yang ditemukan.

5. Pengujian System Usability Scale (SUS)

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan *chatbot* dari perspektif pengguna akhir. Prosedur ini melibatkan penyebaran kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pernyataan, yang dapat dilihat pada Tabel 4.13 kepada sejumlah pengguna setelah mereka berinteraksi dengan *chatbot*. Setiap pernyataan dinilai menggunakan skala Likert 5 poin, yang kemudian dihitung, menggunakan Persamaan (8), untuk menghasilkan skor antara 0 hingga 100, mencerminkan persepsi keseluruhan pengguna terhadap *usability* sistem, yang interpretasinya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

$$SUS = 2,5(20 + \sum(SUS_{ganjil}) - \sum(SUS_{genap})) \quad (8)$$



Hak Cipta :

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

Di mana $\sum(SUS_{ganjil})$ merupakan jumlah pertanyaan SUS yang terdiri dari SUS1, SUS3, SUS5, SUS7, dan SUS9, serta $\sum(SUS_{genap})$ merupakan jumlah pertanyaan SUS yang terdiri dari pertanyaan SUS2, SUS4, SUS6, SUS8, dan SUS10.

Tabel 4.13 Pertanyaan SUS

Kode	Pertanyaan
SUS1	Saya berpikir akan menggunakan sistem ini lagi.
SUS2	Saya merasa sistem ini rumit untuk digunakan.
SUS3	Saya merasa sistem ini mudah digunakan.
SUS4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem ini.
SUS5	Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan semestinya.
SUS6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten.
SUS7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem ini dengan cepat.
SUS8	Saya merasa sistem ini membingungkan.
SUS9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini.
SUS10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini.

Tabel 4.14 Interpretasi Skor

SUS Score	Grade	Adjective Rating
>80,3	A	<i>Excellent</i>
68-80,3	B	<i>Good</i>
68	C	<i>Okay</i>
51-68	D	<i>Poor</i>
<51	F	<i>Awful</i>



4.4.3 Data Hasil Pengujian

Pada bagian ini, disajikan data mentah yang diperoleh dari tiga metode pengujian yang telah dilaksanakan: pengujian *black box*, *human evaluation* oleh para pakar, dan evaluasi metrik menggunakan *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs). Data ini menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut mengenai fungsionalitas, validitas, dan performa teknis sistem *chatbot*.

1. Hasil Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* dilakukan untuk memastikan semua fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian mencakup semua fitur utama dari halaman autentikasi, *chat*, hingga regulasi. Hasil dari setiap skenario pengujian fungsional dirangkum dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian *Black Box*

No	Kode	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	BB-1.1	Pengguna baru melakukan pendaftaran akun melalui halaman autentikasi.	Akun baru berhasil dibuat dan sistem menampilkan profil pengguna.	Akun baru berhasil dibuat dan sistem menampilkan profil pengguna.	Sesuai
2	BB-1.2.1	Pengguna dengan peran pengguna masuk menggunakan kredensial valid.	Pengguna berhasil masuk dan sistem menampilkan profil sebagai pengguna.	Pengguna berhasil masuk dan sistem menampilkan profil sebagai pengguna.	Sesuai
3	BB-1.2.2	Pengguna dengan peran admin masuk menggunakan kredensial valid.	Pengguna berhasil masuk dan sistem menampilkan profil sebagai admin.	Pengguna berhasil masuk dan sistem menampilkan profil sebagai admin.	Sesuai

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

4	BB-2.1.1	Pengguna mengajukan pertanyaan umum tentang PPh atau PPN di halaman <i>chat</i> .	<i>Chatbot</i> memberikan jawaban yang sesuai dengan pertanyaan.	<i>Chatbot</i> memberikan jawaban yang sesuai dengan pertanyaan.	Sesuai
5	BB-2.1.2	Pengguna mengajukan pertanyaan non-PPh atau non-PPN di halaman <i>chat</i> .	<i>Chatbot</i> memberikan jawaban pengingat agar diberikan pertanyaan sesuai.	<i>Chatbot</i> memberikan jawaban pengingat agar diberikan pertanyaan sesuai.	Sesuai
6	BB-2.1.3	Pengguna mengajukan pertanyaan tentang perhitungan.	<i>Chatbot</i> memberikan jawaban pengingat agar menggunakan aplikasi perhitungan saja.	<i>Chatbot</i> memberikan jawaban pengingat agar menggunakan aplikasi perhitungan saja.	Sesuai
7	BB-2.2.1	Pengguna melakukan pengajuan pertanyaan baru.	Sistem menambahkan riwayat percakapan.	Sistem menambahkan riwayat percakapan.	Sesuai
8	BB-2.2.2	Pengguna memilih riwayat percakapan yang ingin dilanjutkan.	Sistem memuat riwayat percakapan.	Sistem memuat riwayat percakapan.	Sesuai
9	BB-2.2.3	Pengguna memilih riwayat percakapan yang ingin dihapus.	Sistem menghapus riwayat percakapan.	Sistem menghapus riwayat percakapan.	Sesuai
10	BB-2.3.1	Pengguna dengan peran admin memilih pengguna untuk dijadikan admin.	Peran pengguna berubah dari pengguna menjadi admin.	Peran pengguna berubah dari pengguna menjadi admin.	Sesuai



Hak Cipta :

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

11	BB-2.3.2	Pengguna dengan peran admin mencari akun dengan peran admin utama.	Sistem tidak memunculkan data akun admin utama.	Sistem tidak memunculkan data akun admin utama.	Sesuai
12	BB-2.3.3	Pengguna dengan peran admin mencari akun yang sedang digunakan admin saat itu.	Sistem tidak memunculkan data akun yang sedang digunakan admin saat itu.	Sistem tidak memunculkan data akun yang sedang digunakan admin saat itu.	Sesuai
13	BB-3.1	Pengguna mengakses menu regulasi.	Sistem menampilkan seluruh data regulasi yang ada pada sistem.	Sistem menampilkan seluruh data regulasi yang ada pada sistem.	Sesuai
14	BB-3.2	Pengguna melakukan filter regulasi pada menu regulasi.	Sistem hanya menampilkan regulasi yang sesuai dengan kriteria filter.	Sistem hanya menampilkan regulasi yang sesuai dengan kriteria filter.	Sesuai
15	BB-3.3	Pengguna memilih satu atau lebih regulasi pada menu regulasi.	Sistem menampilkan detail regulasi yang terpilih, maksimal enam regulasi.	Sistem menampilkan detail regulasi yang terpilih, maksimal enam regulasi.	Sesuai
16	BB-3.4	Pengguna dengan peran admin menyinkronkan peraturan.	Sistem melakukan sinkronisasi ke sumber utama.	Sistem melakukan sinkronisasi ke sumber utama.	Sesuai

2. Hasil Pengujian *Human Evaluation*

Sebanyak 20 pertanyaan diajukan kepada *chatbot*, dan jawabannya dinilai validitasnya oleh dua pakar perpajakan. Data penilaian dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan rangkumannya pada Tabel 4.17.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Tabel 4.16 Data Penilaian Validitas Jawaban oleh Pakar

No	Pertanyaan	Jawaban <i>Chatbot</i>	Nilai Pakar 1	Nilai Pakar 2
1	Pertanyaan 1	Jawaban 1	Valid	Valid
2	Pertanyaan 2	Jawaban 2	Valid	Valid
3	Pertanyaan 3	Jawaban 3	Valid	Valid
4	Pertanyaan 4	Jawaban 4	Valid	Valid
5	Pertanyaan 5	Jawaban 5	Valid	Valid
6	Pertanyaan 6	Jawaban 6	Valid	Valid
7	Pertanyaan 7	Jawaban 7	Valid	Valid
8	Pertanyaan 8	Jawaban 8	Valid	Valid
9	Pertanyaan 9	Jawaban 9	Valid	Tidak Valid
10	Pertanyaan 10	Jawaban 10	Tidak Valid	Tidak Valid
11	Pertanyaan 11	Jawaban 12	Valid	Valid
12	Pertanyaan 12	Jawaban 13	Tidak Valid	Tidak Valid
13	Pertanyaan 13	Jawaban 13	Valid	Valid
14	Pertanyaan 14	Jawaban 14	Valid	Valid
15	Pertanyaan 15	Jawaban 15	Valid	Valid
16	Pertanyaan 16	Jawaban 16	Tidak Valid	Tidak Valid
17	Pertanyaan 17	Jawaban 17	Valid	Valid
18	Pertanyaan 18	Jawaban 18	Valid	Valid
19	Pertanyaan 19	Jawaban 19	Tidak Valid	Tidak Valid
20	Pertanyaan 20	Jawaban 20	Tidak Valid	Tidak Valid



Tabel 4.17 Rangkuman Penilaian Validitas Jawaban oleh Pakar

Topik	Jumlah Pertanyaan	Penilaian Pakar 1		Penilaian Pakar 2	
		Valid	Tidak Valid	Valid	Tidak Valid
PPh	10	9	1	8	2
PPN	10	6	4	6	4
Total	20	15	5	14	6

3. Hasil Pengujian *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs)

Pengujian kuantitatif untuk kinerja teknis dari komponen inti sistem *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dilakukan menggunakan kerangka kerja *Retrieval-Augmented Generation Assessment* (RAGAs). Evaluasi ini bertujuan untuk menilai seberapa baik komponen *retrieval* dan *generation* bekerja sama, dengan menggunakan set data yang terdiri dari 20 pertanyaan, jawaban yang dihasilkan *chatbot*, dan konteks peraturan yang diambil oleh sistem.

Evaluasi ini berfokus pada tiga metrik utama, pertama, *faithfulness* mengukur konsistensi faktual dari jawaban yang dihasilkan terhadap konteks yang diberikan; jawaban dianggap akurat jika semua klaim di dalamnya dapat disimpulkan dari konteks, dengan skor dari 0 hingga 1 di mana nilai yang lebih tinggi adalah lebih baik. Kedua, *answer relevance* menilai sejauh mana jawaban relevan dengan pertanyaan yang diajukan, di mana skor yang lebih tinggi diberikan untuk jawaban yang lengkap dan tidak mengandung informasi berlebihan. Ketiga, *context precision* mengevaluasi apakah semua informasi yang relevan dari sumber data diberi peringkat tinggi dalam konteks yang diambil oleh sistem, dengan skor antara 0 dan 1 yang juga menunjukkan bahwa nilai yang lebih tinggi menandakan presisi yang lebih baik. Hasil evaluasi dari setiap pasangan pertanyaan dan jawaban, beserta skor untuk masing-masing metrik, dirangkum secara rinci dalam Tabel 4.18.

Hak Cipta :

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



Tabel 4.18 Data Penilaian Validitas Jawaban oleh Pakar

No	Pertanyaan	Jawaban Chatbot	Faithfulness	Answer Relevancy	Context Precision
1	Pertanyaan 1	Jawaban 1	1,00	0,88	1,00
2	Pertanyaan 2	Jawaban 2	1,00	0,93	1,00
3	Pertanyaan 3	Jawaban 3	1,00	0,92	1,00
4	Pertanyaan 4	Jawaban 4	1,00	0,85	1,00
5	Pertanyaan 5	Jawaban 5	0,86	0,84	1,00
6	Pertanyaan 6	Jawaban 6	1,00	0,94	1,00
7	Pertanyaan 7	Jawaban 7	1,00	0,92	1,00
8	Pertanyaan 8	Jawaban 8	1,00	0,89	1,00
9	Pertanyaan 9	Jawaban 9	0,50	0,89	1,00
10	Pertanyaan 10	Jawaban 10	0,50	0,93	1,00
11	Pertanyaan 11	Jawaban 12	1,00	0,97	1,00
12	Pertanyaan 12	Jawaban 13	0,53	0,82	1,00
13	Pertanyaan 13	Jawaban 13	1,00	0,91	1,00
14	Pertanyaan 14	Jawaban 14	1,00	0,85	1,00
15	Pertanyaan 15	Jawaban 15	1,00	0,83	1,00
16	Pertanyaan 16	Jawaban 16	1,00	0,83	1,00
17	Pertanyaan 17	Jawaban 17	1,00	0,80	1,00
18	Pertanyaan 18	Jawaban 18	1,00	0,94	1,00
19	Pertanyaan 19	Jawaban 19	0,75	0,85	1,00
20	Pertanyaan 20	Jawaban 20	1,00	0,91	1,00

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

4. Hasil Pengujian *Stress*

Pengujian *stress* dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan ketahanan interaksi dengan API Large Language Model (LLM). Total 1500 iterasi panggilan API dilakukan untuk menguji sistem, yang dapat dilihat pada Gambar 4.27.

Total iterasi	: 1500
Total sukses	: 203
Total error	: 1297
Rata-rata waktu respons sukses	: 2.02 detik
Waktu respons sukses tercepat	: 1.72 detik
Waktu respons sukses terlama	: 3.24 detik

Gambar 4.27 Hasil Pengujian *Stress*

Dari total iterasi tersebut, tercatat 203 panggilan berhasil dan 1297 panggilan mengalami error. Waktu respons untuk panggilan yang sukses bervariasi, dengan rata-rata 2,02 detik. Waktu respons tercepat yang tercatat adalah 1,72 detik, sedangkan waktu respons terlama adalah 3,24 detik. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem menghadapi tantangan signifikan dalam menangani volume permintaan yang tinggi, ditunjukkan oleh tingginya angka *error* dan variabilitas waktu respons, yang mungkin disebabkan oleh batasan *rate limit* API atau kapasitas penanganan sistem itu sendiri.

5. Hasil Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kemudahan penggunaan *chatbot* dari perspektif pengguna akhir. Kuesioner yang terdiri dari 10 pernyataan disebarkan kepada responden, dan setiap pernyataan dinilai menggunakan skala Likert 5 poin. Skor yang diperoleh dari setiap responden kemudian dihitung untuk mendapatkan skor SUS keseluruhan.

Berikut adalah skor SUS yang diperoleh dari setiap responden, yang dapat dilihat pada Tabel 4.19:



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.19 Hasil SUS

Respon- den	SUS 1	SUS 2	SUS 3	SUS 4	SUS 5	SUS 6	SUS 7	SUS 8	SUS 9	SUS 10	Skor
1	4	1	4	2	4	1	4	2	5	1	85
2	4	1	4	2	4	1	5	2	5	2	85
3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	52,5
4	4	1	4	2	4	2	4	3	4	2	75
5	5	1	4	2	4	2	5	1	5	2	87,5
6	5	3	4	2	4	2	4	2	5	1	80
7	5	1	3	3	4	1	5	1	4	2	82,5
8	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	75
9	5	2	4	2	4	2	4	2	4	2	77,5
10	5	2	4	2	4	2	4	2	4	2	77,5
11	4	2	5	1	4	1	4	2	5	2	85
12	5	1	4	2	5	2	4	1	4	2	85
13	5	2	4	2	5	1	5	2	4	1	87,5
14	4	2	4	2	4	2	4	3	3	3	67,5
15	5	2	4	1	5	2	5	1	4	2	87,5
16	4	2	4	2	5	1	5	2	4	1	85
17	4	2	4	2	3	2	5	2	4	2	75
18	5	1	4	2	4	2	5	1	4	2	85
19	4	3	4	2	3	3	4	2	4	2	67,5
20	4	2	4	2	5	1	5	2	5	1	87,5

Hak Cipta :

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



4.4.4 Analisis Data Pengujian

Berdasarkan data yang diperoleh dari serangkaian pengujian, dilakukan analisis mendalam untuk mengevaluasi performa dan kelayakan *chatbot* pajak berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) secara komprehensif. Analisis ini mencakup tiga aspek utama: fungsionalitas sistem, validitas dan reliabilitas jawaban, serta efektivitas teknis dari *pipeline* RAG. Setiap temuan dari pengujian *black box*, *human evaluation* beserta *Cohen's Kappa*, dan RAGAs diuraikan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kelayakan sistem yang dikembangkan.

1. Analisis Pengujian *Black Box*

Hasil pengujian *black box* yang dirangkum dalam Tabel 4.15 menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan skenario dan hasil yang diharapkan. Dari 16 skenario pengujian yang mencakup halaman autentikasi (BB-1), halaman *chat* (BB-2), hingga halaman regulasi (BB-3), semua memberikan status "Sesuai".

Fitur krusial seperti autentikasi dan manajemen peran berhasil membedakan akses antara admin dan pengguna secara tepat. Kemampuan interaksi *chatbot* dalam menjawab pertanyaan serta mengelola riwayat percakapan juga berfungsi tanpa kendala. Demikian pula, fungsionalitas manajemen regulasi oleh admin, termasuk sinkronisasi data, terbukti beroperasi dengan benar sesuai rancangan.

2. Analisis Pengujian *Human Evaluation* dan *Cohen's Kappa*

Berdasarkan rangkuman pada Tabel 4.17, dari 20 pertanyaan yang diujikan, Pakar 1 menilai 15 jawaban (75%) sebagai "Valid", sementara Pakar 2 menilai 14 jawaban (70%) sebagai "Valid". Jika dirata-ratakan, tingkat akurasi validitas jawaban *chatbot* menurut penilaian para ahli adalah 72,5%. Terdapat perbedaan persepsi antara kedua pakar, terutama pada jawaban untuk pertanyaan nomor 9, yang menunjukkan adanya subjektivitas dalam penilaian dan menegaskan pentingnya mengukur reliabilitas antar penilai.

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

Untuk mengukur tingkat kesepakatan antar pakar dan memastikan konsistensi penilaian, digunakan perhitungan Cohen's Kappa berdasarkan matriks pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Matriks Kesepakatan Penilaian Antar Pakar

		Pakar 2		Total
		Valid	Tidak Valid	
Pakar 1	Valid	14	1	15
	Tidak Valid	0	5	5
Total		14	6	20

Tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung proporsi kesepakatan teramati (P_o), proporsi ini mengukur frekuensi aktual di mana kedua pakar memberikan penilaian yang sama (Valid-Valid dan Tidak Valid-Tidak Valid). Berdasarkan data pada matriks, perhitungannya adalah:

$$P_o = \frac{a+d}{N}$$

$$P_o = \frac{14+5}{20}$$

$$P_o = \frac{19}{20}$$

$$P_o = 0,95$$



Hak Cipta :

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

- b. Menghitung proporsi kesepakatan harapan (P_e), proporsi ini mengukur probabilitas kesepakatan yang bisa terjadi secara kebetulan, dihitung berdasarkan total penilaian setiap pakar. Perhitungannya adalah:

$$P_e = \frac{(a+b) \cdot (a+c) + (c+d) \cdot (b+d)}{N^2}$$

$$P_e = \frac{(14+1) \cdot (14+0) + (0+5) \cdot (1+5)}{20^2}$$

$$P_e = \frac{(15) \cdot (14) + (5) \cdot (6)}{400}$$

$$P_e = \frac{210+60}{400}$$

$$P_e = \frac{240}{400}$$

$$P_e = 0,60$$

- c. Menghitung nilai Kappa (k), dengan memasukkan nilai P_o dan P_e ke dalam rumus untuk mengoreksi kesepakatan yang terjadi akibat kebetulan. Perhitungannya adalah:

$$k = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

$$k = \frac{0,95 - 0,60}{1 - 0,60}$$

$$k = \frac{0,35}{0,40}$$

$$k = 0,875$$

Nilai *Cohen's Kappa* yang diperoleh sebesar 0,875 menunjukkan tingkat kesepakatan yang "Sangat Baik" antara kedua pakar, sesuai dengan rentang interpretasi pada Tabel 4.12. Hasil ini menegaskan bahwa penilaian yang dilakukan sangat konsisten dan dapat diandalkan. Dengan demikian, temuan mengenai tingkat akurasi *chatbot* sebesar 72,5% memiliki landasan yang kuat dan tidak dipengaruhi oleh variasi penilaian yang acak.



Hak Cipta :

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

3. Analisis Pengujian *Retrieval-Augmented Generation Assessment (RAGAs)*

Pengujian kuantitatif menggunakan kerangka kerja RAGAs dilakukan untuk mengevaluasi kinerja teknis dari komponen inti sistem. Evaluasi ini bertujuan menilai seberapa efektif komponen *retrieval* dalam menemukan konteks yang relevan dan komponen *generation* dalam menggunakan konteks tersebut untuk menyusun jawaban yang akurat. Hasil rata-rata dari pengujian terhadap 20 set data pertanyaan dan jawaban menunjukkan performa sistem yang sangat solid.

Pertama, metrik *faithfulness* mencapai skor yang sangat tinggi, yaitu 0,91. Hal ini membuktikan bahwa jawaban yang dihasilkan oleh *chatbot* memiliki konsistensi faktual yang kuat dan setia pada konteks yang diberikan, sehingga meminimalkan risiko jawaban yang tidak bersumber atau "berhalusinasi".

Selanjutnya, metrik *answer relevancy* mendapatkan skor 0,88. Skor ini menunjukkan bahwa jawaban yang dihasilkan sebagian besar sudah relevan dan menjawab inti pertanyaan pengguna. Meskipun tergolong tinggi, skor ini mengindikasikan masih ada sedikit ruang untuk penyempurnaan agar jawaban dapat menjadi lebih ringkas dan sepenuhnya fokus pada pertanyaan tanpa menyertakan informasi tambahan yang kurang perlu.

Terakhir, skor *context precision* yang diperoleh adalah 1,00. Skor ini menegaskan bahwa komponen *retrieval* pada sistem mampu bekerja secara optimal, selalu berhasil menemukan dan memprioritaskan semua informasi yang relevan dari sumber data untuk setiap pertanyaan yang diajukan. Ini menunjukkan bahwa fondasi informasi yang digunakan oleh *chatbot* untuk menghasilkan jawaban selalu tepat sasaran.

Secara keseluruhan, hasil RAGAs ini mengonfirmasi bahwa *pipeline* RAG yang diimplementasikan memiliki performa teknis yang andal dan presisi, didukung oleh model *generation* yang setia pada fakta dan kemampuan *retrieval* yang sempurna.



Hak Cipta :

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

4. Analisis Pengujian *Stress*

Pengujian *stress* mengungkap kinerja sistem chatbot di bawah beban tinggi, khususnya terkait dengan pemanggilan API *Large Language Model* (LLM). Dari total 1500 iterasi permintaan API yang disimulasikan, hanya 203 panggilan yang berhasil, sementara 1297 panggilan mengalami *error*. Penyebab utamanya adalah keterbatasan kuota harian dari API key gratis.

Meskipun dokumentasi menyebutkan batasan 200 permintaan per hari, pengujian menunjukkan bahwa terdapat sekitar 3 permintaan tambahan yang berhasil diproses sebelum *error* mulai mendominasi. Hal ini menunjukkan bahwa chatbot saat ini tidak dapat diandalkan untuk skenario penggunaan dengan jumlah pengguna atau permintaan API yang tinggi.

Waktu respons rata-rata untuk panggilan yang sukses adalah 2,02 detik, dengan rentang dari 1,72 detik hingga 3,24 detik. Meskipun waktu respons untuk panggilan yang berhasil relatif cepat. Untuk meningkatkan keandalan dan skalabilitas chatbot, perlu cara alternatif untuk mengatasi masalah ini, salah satunya adalah penggunaan lebih dari satu API key, untuk meningkatkan kuota total yang dapat digunakan.

5. Analisis Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) dilakukan untuk menganalisis persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan *chatbot*. Dari serangkaian kuesioner yang disebarkan, didapatkan rata-rata skor SUS sebesar 79,5. Berdasarkan Tabel 4.14 tentang interpretasi skor SUS, nilai 79,5 berada dalam rentang 68-80,3, yang mengklasifikasikan usabilitas sistem dalam Grade B dengan *Adjective Rating Good*.

Hasil ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, pengguna memiliki pengalaman yang positif saat berinteraksi dengan *chatbot*. Skor "Good" mengindikasikan bahwa sistem ini relatif mudah dipelajari, efisien untuk digunakan, dan mampu membantu pengguna dalam mengatasi pertanyaan perpajakan mereka.



Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sebuah *chatbot* fungsional berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang mampu memberikan informasi mengenai kebijakan Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Sistem ini memanfaatkan sumber data peraturan resmi yang selalu diperbarui untuk memastikan keterbaruan informasi yang disampaikan kepada masyarakat.

Evaluasi terhadap performa *chatbot* menunjukkan hasil yang positif. Secara fungsional, seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan hasil pengujian *black box*. Dari sisi akurasi, *chatbot* mencapai tingkat validitas jawaban sebesar 72,5% berdasarkan penilaian dua pakar perpajakan, dengan tingkat kesepakatan antar pakar yang "Sangat Baik" (nilai Cohen's Kappa 0,875). Secara teknis, evaluasi menggunakan RAGAs menunjukkan kinerja *pipeline* RAG yang solid, dengan skor *faithfulness* 0,91 dan *context precision* 1,00, yang mengkonfirmasi kemampuan sistem untuk memberikan jawaban yang sesuai pada sumber dan mengambil konteks yang relevan. Selain itu, pengujian *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan rata-rata skor 79,5, yang mengindikasikan bahwa *chatbot* memiliki tingkat *usability* "Sangat Baik" (Grade B - Good) dari perspektif pengguna.



5.2 Saran

Meskipun sistem yang dikembangkan telah berhasil memenuhi tujuan penelitian, terdapat beberapa aspek yang dapat menjadi fokus untuk pengembangan lebih lanjut. Berikut adalah saran yang dapat diberikan:

1. Untuk meningkatkan akurasi jawaban, disarankan melakukan eksplorasi metode dan model yang lebih lanjut. Hal ini dapat mencakup penggunaan metode alternatif seperti *fine-tuning* LLM pada data perpajakan, mengimplementasikan pendekatan hibrida yang menggabungkan RAG dan *fine-tuning*, atau melakukan rekayasa *prompt* yang lebih canggih untuk memandu model menghasilkan jawaban yang lebih akurat.
2. Dalam hal pengembangan fitur, disarankan untuk menambahkan fungsionalitas yang dapat meningkatkan interaksi dan pengalaman pengguna. Contohnya adalah implementasi fitur *autocomplete* pada kolom pencarian untuk membantu pengguna merumuskan pertanyaan, serta menambahkan mekanisme umpan balik seperti tombol suka/tidak suka agar pengguna dapat menilai kualitas jawaban, yang hasilnya dapat digunakan untuk perbaikan sistem berkelanjutan.
3. Menyadari kompleksitas peraturan perpajakan, disarankan untuk memperdalam cakupan yang ada sebelum memperluas ke jenis pajak baru. Daripada menambahkan jenis pajak lain, akan lebih bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan chatbot dalam menangani pertanyaan yang lebih spesifik dan mendalam seputar PPh dan PPN, misalnya dengan menambahkan fitur simulasi perhitungan pajak.

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Rahmawati, Y. and Eprianto, I. (2023) "LITERATURE REVIEW: PENGARUH SOSIALISASI PERPAJAKAN, SANKSI PERPAJAKAN, PEMAHAMAN PERATURAN PERPAJAKAN TERHADAP KEPATUHAN WAJIB PAJAK," *JURNAL ECONOMINA*, 2(9), pp. 2310–2321. Available at: <https://doi.org/10.55681/economina.v2i9.812>.
- Agustine, S. and Pangaribuan, L. (2022) "Pengaruh Insentif Pajak, Tarif Pajak, Kesadaran Wajib Pajak dan Sanksi Pajak terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Orang Pribadi Usahawan selama Masa Pandemi COVID-19 di Tambora," *Jurnal Akuntansi*, 11(1), pp. 61–74. Available at: <https://doi.org/10.46806/ja.v11i1.877>.
- Balaguer, A. *et al.* (2024) "RAG vs Fine-tuning: Pipelines, Tradeoffs, and a Case Study on Agriculture." Available at: <http://arxiv.org/abs/2401.08406>.
- Borsci, S. *et al.* (2021) "The Chatbot Usability Scale: the Design and Pilot of a Usability Scale for Interaction with AI-Based Conversational Agents." Available at: <https://doi.org/10.1007/s00779-021-01582-9/Published>.
- Chiu, E.K.Y. and Chung, T.W.H. (2025) "Protocol for human evaluation of generative artificial intelligence chatbots in clinical consultations," *PLoS ONE*, 20(3 March). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300487>.
- Cohen, J. (1960) "A coefficient of agreement for nominal scales," *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37–46.
- Es, S. *et al.* (2024) "RAGAs: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation," in N. Aletras and O. de Clercq (eds) *Proceedings of the 18th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations*. St. Julians, Malta: Association for Computational Linguistics, pp. 150–158. Available at: <https://aclanthology.org/2024.eacl-demo.16/>.
- Fauzan, R. *et al.* (2025) "Kontribusi Pajak terhadap Keuangan Negara: Studi Atas Efisiensi dan Keadilan Fiskal," *Triwikrama: Jurnal Ilmu Sosial*, 6(11), pp. 71–80.
- Feng, S. *et al.* (2025) "IntenTest: Stress Testing for Intent Integrity in API-Calling LLM Agents." Available at: <http://arxiv.org/abs/2506.07524>.
- Firdaus, D., Sumardi, I. and Kulsum, Y. (2024) "Integrating Retrieval-Augmented Generation with Large Language Model Mistral 7b for Indonesian Medical Herb," *JISKa (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 9(3), pp. 230–243. Available at: <https://doi.org/10.14421/jiska.2024.9.3.230-243>.



Hak Cipta :

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

- Habib, M.A. *et al.* (2024) "TaxTajweez: A Large Language Model-based Chatbot for Income Tax Information In Pakistan Using Retrieval Augmented Generation (RAG)," in *Special Track: Applied Natural Language Processing*. The Florida Artificial Intelligence Research Society.
- Hendayun, M., Ginanjar, A. and Ihsan, Y. (2023) "ANALYSIS OF APPLICATION PERFORMANCE TESTING USING LOAD TESTING AND STRESS TESTING METHODS IN API SERVICE," *JURNAL SISFOTEK GLOBAL*, 13(1), p. 28. Available at: <https://doi.org/10.38101/sisfotek.v13i1.2656>.
- Isnanto, A., Istiqomah and Suharno (2021) "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penerimaan Pajak Penghasilan dalam APBN," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(2), pp. 832–836. Available at: <https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i2.1436>.
- Kementerian Keuangan (2024) *Laporan Keuangan Pemerintah Pusat Tahun 2023 Audited*. Jakarta.
- Majid, F., Sholikhah, H.S. and Sarwendah, L. (2023) "Dampak Kenaikan Tarif Pajak Pertambahan Nilai (PPN) pada Masyarakat di Indonesia," *Jurnal Mahasiswa Akuntansi UNITA*, 2(2), pp. 92–97. Available at: https://doi.org/10.36563/jamanta_unita.v2i2.701.
- Mishra, A. (2024) *Five Levels of Chunking Strategies in RAG* | Notes from Greg's Video, medium.com.
- Musthofa, A.M. (2024) Otomatisasi Pembuatan Materi Pembelajaran Menggunakan *Retrieval Augmented Generation (RAG)*. Available at: <https://repository.unissula.ac.id/37456>.
- Nembe, J.K. *et al.* (2024) "The Role of Artificial Intelligence in Enhancing Tax Compliance and Financial Regulation," *Finance & Accounting Research Journal*, 6(2), pp. 241–251. Available at: <https://doi.org/10.51594/farj.v6i2.822>.
- Panchal, D. *et al.* (2025) "LawPal: A Retrieval Augmented Generation Based System for Enhanced Legal Accessibility in India." Available at: <http://arxiv.org/abs/2502.16573>.
- Parlika, R. *et al.* (2022a) "UJI VALIDITAS APLIKASI SI-BOOK MENGGUNAKAN SPSS DENGAN KOMBINASI METODE R-TABEL DAN COHEN'S KAPPA," *Jurnal Teknologi Informasi : Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 16(2), pp. 121–133.
- Parlika, R. *et al.* (2022b) "UJI VALIDITAS WEBSITE PENDATAAN EKSTRAKURIKULER MENGGUNAKAN METODE CORRELATION PEARSON DAN KAPPA COHEN," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas AL Asyariah Mandar*, 8(2). Available at: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>.



Hak Cipta :

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

- Pratama, I.I.R. and Sisephaputra, B. (2024) "Pengembangan Sistem Helpdesk Menggunakan Chatbot Dengan Metode Retrieval-Augmented Generation (RAG)," *Journal of Informatics and Computer Science*, 6, pp. 696–710.
- Purwani, F. *et al.* (2024) "Implementasi Aplikasi Chatbot sebagai Media Informasi pada Pengembangan Sistem Akademik Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Fatah Palembang Menggunakan Artificial Intelligence Markup Language (AIML)," *Jurnal Riset Teknik Komputer*, 1(4), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.69714/1mr8wg15>.
- Raiaan, M.A.K. *et al.* (2024) "A Review on Large Language Models: Architectures, Applications, Taxonomies, Open Issues and Challenges," *IEEE Access*, 12, pp. 26839–26874. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3365742>.
- Ricardo, M. and Tambunan, M.R.U.D. (2024) "Tantangan dan Strategi Penerapan Kebijakan Tarif PPN 12%," *Journal of Economic, Bussines and Accounting (COSTING)*, 7(5), pp. 2114–2128. Available at: <https://doi.org/10.31539/costing.v7i5.11917>.
- Rodrigues, R.M.O. (2024) "Retrieval-Augmented Generative AI Chatbot," *Universidade de Lisboa FC-DI - Master Thesis*, pp. 1–60.
- Saadah, L.U. (2021) "Pengaruh Tingkat Kesadaran, Pengetahuan dan Pemahaman Pajak, Pelayanan Fiskus terhadap Kepatuhan Wajib Pajak (Studi Empiris pada Wajib Pajak Orang Pribadi yang Terdaftar di KPP Pratama Bojonegoro)," *EkoBis: Jurnal Ekonomi & Bisnis*, 2(1), pp. 32–40. Available at: <https://doi.org/10.46821/ekobis.v2i1.210>.
- Saha, B., Saha, U. and Malik, M.Z. (2024) "Advancing Retrieval-Augmented Generation with Inverted Question Matching for Enhanced QA Performance," *IEEE Access* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3513155>.
- Septiani, F.D. (2023) "Krisis Keuangan dan Transformasi Kebijakan APBN: Tantangan dan Strategi Khusus pada Pajak Penghasilan (PPh) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN)," *JURNAL MANAJEMEN BISNIS DAN INOVASI UNIVERSITAS SAM RATULANGI*, 10(3), pp. 2180–2192.
- Sholeh, M. *et al.* (2021) "Black Box Testing on ukmbantul.com Page with Boundary Value Analysis and Equivalence Partitioning Methods," in *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing Ltd. Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012029>.
- Skjuve, M. *et al.* (2021) "My Chatbot Companion - a Study of Human-Chatbot Relationships," *International Journal of Human Computer Studies*, 149. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102601>.



Hak Cipta :

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

- Sulistyowati, R. *et al.* (2023) "Sosialisasi Pelatihan Perpajakan bagi Masyarakat Pelaku UMKM Kec. Kedungadem Kab. Bojonegoro," *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), pp. 9286–9289. Available at: <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i4.20418>.
- Swastiko, L. and Fauzi, A. (2023) "Implementasi Teknologi Chatbot pada Contact Center Kring Pajak 1500200: Dampak terhadap Kapasitas Layanan," *Jurnal Akuntansi dan Manajemen Bisnis*, 3(1), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.56127/jaman.v3i1.664>.
- Tribber, Y., Kusnadi and Asfi, M. (2024) "Implementasi Retrieval Augmented Generation untuk Layanan Informasi Kampus dengan Chatbot Berbasis AI," in *Vol. 8 No. 1 (2024): SISFOTEK VIII 2024*. Cirebon: Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK), pp. 594–600.
- Wang, M. (2024) "International Journal of Finance and Investment AI Technologies in Modern Taxation: Applications, Challenges, and Strategic Directions," *International Journal of Finance and Investment (IJFI)*, 1(1), pp. 42–46. Available at: <https://doi.org/10.54097/v2kgty49>.
- Wardani, D.K. and Wati, E. (2018) *THE EFFECT OF TAX SOCIALIZATION ON TAXPAYER COMPLIANCE WITH KNOWLEDGE AS INTERVENING VARIABLE*. Available at: <https://doi.org/10.21831/nominal.v7i1.19358>.
- Widhyaestoeti, D. *et al.* (2021) *BLACK BOX TESTING EQUIVALENCE PARTITIONS UNTUK PENGUJIAN FRONT-END PADA SISTEM AKADEMIK SITODA*, Saidul Iqram *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*.
- Zhao, P. *et al.* (2024a) "Retrieval-Augmented Generation for AI-Generated Content: A Survey." Available at: <http://arxiv.org/abs/2402.19473>.
- Zhao, W., Rush, A.M. and Goyal, T. (2024b) "Challenges in Trustworthy Human Evaluation of Chatbots." Available at: <http://arxiv.org/abs/2412.04363>.
- Zhong, Y., Wong, D. and Lan, K. (2024) "Tax intelligent Decision-Making Language Model," *IEEE Access*, 12, pp. 146202–146212. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3419079>.



Hak Cipta :

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Muhammad Haikal Al Rasyid



Lahir di Jakarta, 18 November 2002. Lulus dari SD Negeri Slipi 11 Pagi pada tahun 2015, SMP Negeri 111 pada tahun 2018, dan SMA Negeri 78 Jakarta pada tahun 2021. Saat ini sedang menempuh Program Studi Diploma Empat Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jakarta. Memiliki ketertarikan pada bidang *software development*, *data engineer*, dan *natural language processing*.





Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner *Human Evaluation*

No	Pertanyaan	Jawaban Chatbot
1	Apa tujuan utama penerbitan Surat Edaran Nomor 7/PJ/2025?	Tujuan utama dari penerbitan Surat Edaran Nomor 7/PJ/2025 adalah untuk memberitahukan unit-unit di lingkungan Direktorat Jenderal Pajak mengenai saat berlaku, saat berlaku efektif, dan pokok-pokok pengaturan dalam Konvensi Multilateral untuk Menerapkan Tindakan-Tindakan terkait dengan Persetujuan Penghindaran Pajak Berganda untuk Mencegah Penggerusan Basis Pemajakan dan Penggeseran Laba (Konvensi) yang berlaku untuk Persetujuan Penghindaran Pajak Berganda (P3B) antara Pemerintah Republik Indonesia dan Pemerintah Republik Tunisia (P3B Indonesia-Tunisia), serta memastikan pelaksanaan ketentuan-ketentuan dalam Konvensi tersebut berjalan sebagaimana mestinya. Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: 7/PJ/2025
2	Kapan P3B Indonesia-Tunisia berlaku efektif?	P3B Indonesia-Tunisia telah berlaku efektif sejak tanggal 1 Januari 1994. [Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: 7/PJ/2025]
3	Kapan Konvensi Indonesia dan Tunisia mulai berlaku?	Konvensi berlaku bagi Indonesia pada tanggal 1 Agustus 2020 dan bagi Tunisia pada tanggal 1 November 2023. [Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: 7/PJ/2025]
4	Apa pokok-pokok pengaturan dalam Konvensi yang berlaku untuk P3B Indonesia-Tunisia terkait dengan tujuan P3B?	Sesuai dengan Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: 7/PJ/2025, pokok-pokok pengaturan dalam Konvensi yang berlaku untuk P3B Indonesia-Tunisia terkait dengan tujuan P3B adalah: Pasal 6 ayat 1 Konvensi mengganti mukadimah P3B Indonesia-Tunisia untuk menegaskan bahwa tujuan pembentukan P3B adalah untuk mengeliminasi pemajakan berganda tanpa menciptakan ruang untuk tidak dikenai pajak sama sekali atau pengurangan pajak melalui pengelakan atau penghindaran pajak, termasuk melalui pengaturan treaty shopping.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

5	Bagaimana Konvensi memengaruhi pemajakan keuntungan dari pengalihan saham atau hak-hak yang sebanding?	Terdapat dua Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak yang membahas mengenai pengaruh Konvensi terhadap pemajakan keuntungan dari pengalihan saham atau hak-hak yang sebanding: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: 7/PJ/2025 - Pasal 9 ayat 4 Konvensi berlaku untuk Pasal 13 P3B Indonesia-Tunisia. - Keuntungan yang diperoleh penduduk suatu Negara Pihak pada P3B Indonesia-Tunisia dari pengalihan saham atau hak-hak yang sebanding, seperti hak dalam persekutuan atau penitipan dengan pengelolaan (trust), dapat dipajaki di Negara Pihak lainnya hanya jika kapan pun dalam jangka waktu 365 (tiga ratus enam puluh lima) hari sebelum pengalihan, saham, atau hak-hak yang sebanding tersebut memperoleh lebih dari 50% (lima puluh persen) nilainya secara langsung atau tidak langsung dari harta tak bergerak yang berada di Negara Pihak lainnya tersebut. Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: 6/PJ/2025 - Pasal 9 ayat 4 Konvensi berlaku untuk Pasal 14 Indonesia-Papua Nugini. - Keuntungan dari pengalihan saham atau hak-hak yang sebanding dapat dipajaki di Negara Pihak lainnya hanya jika dalam jangka waktu 365 hari sebelum pengalihan, saham atau hak-hak tersebut memperoleh lebih dari 50% nilainya dari harta tak bergerak yang berada di Negara Pihak lainnya.
6	Apa yang dimaksud dengan KAPET Pulau Natuna?	KAPET Pulau Natuna adalah Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu Pulau Natuna yang meliputi seluruh wilayah Pulau Natuna dan pulau-pulau di sekitarnya yang termasuk dalam wilayah administrasi Kecamatan Bunguran Barat dan Kecamatan Bunguran Timur, Kabupaten Daerah Tingkat II Kepulauan Riau. Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: SE-17/PJ.32/1999



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

7	Apa kewajiban pengusaha yang memperoleh izin Badan Pengelola KAPET Pulau Natuna jika melakukan kegiatan usaha di luar KAPET?	Pengusaha yang memperoleh izin dari Badan Pengelola KAPET Pulau Natuna dan juga melakukan kegiatan usaha di luar KAPET Pulau Natuna, wajib melaksanakan pembukuan secara terpisah atas penghasilan, biaya, dan Rugi/Laba dari kegiatan usahanya. Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: SE-17/PJ.32/1999
8	Siapa yang berhak mendapatkan fasilitas perpajakan di KAPET Pulau Natuna?	Pengusaha yang melakukan kegiatan usaha di dalam KAPET Pulau Natuna yang telah mendapatkan izin dari Badan Pengelola KAPET Pulau Natuna berhak mendapatkan fasilitas perpajakan. [Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: SE-17/PJ.32/1999]
9	Bagaimana perlakuan pajak bagi pengusaha yang berdomisili di KAPET Pulau Natuna?	Pengusaha yang melakukan kegiatan usaha di dalam KAPET Pulau Natuna yang telah mendapatkan izin dari Badan Pengelola KAPET Pulau Natuna berhak mendapatkan fasilitas perpajakan.
10	Bagaimana perlakuan pajak bagi pengusaha yang tidak berdomisili di KAPET Pulau Natuna?	Bagi pengusaha yang tidak berdomisili di KAPET Pulau Natuna, fasilitas yang didapat mencakup pembebasan PPh Pasal 22 atas seluruh impor barang modal dan peralatan yang mereka lakukan, pilihan untuk menerapkan penyusutan dipercepat, serta fasilitas PPN/PPnBM yang tidak dipungut untuk kegiatan usaha di lokasi KAPET. Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Pajak Nomor: SE-17/PJ.32/1999
11	Apa yang menjadi dasar hukum dari Peraturan Menteri Keuangan (PMK) Nomor 27 Tahun 2025?	Peraturan Menteri Keuangan (PMK) Nomor 27 Tahun 2025 didasarkan pada: - Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 - Undang-Undang tentang Keuangan Negara - Undang-Undang tentang Perbendaharaan Negara - Undang-Undang tentang Kementerian Negara - Peraturan Presiden tentang Kementerian Keuangan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

		- Beberapa Peraturan Menteri Keuangan terkait pengelolaan hibah, perencanaan anggaran, pelaksanaan anggaran, akuntansi dan pelaporan keuangan, serta organisasi dan tata kerja Kementerian Keuangan. Sumber: [Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025]
12	Dokumen apa saja yang harus dilampirkan dalam permohonan penggantian PPN?	Dokumen yang harus dilampirkan dalam permohonan penggantian PPN meliputi: - Faktur pajak (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 23 TAHUN 2024 dan Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025) - Bukti pembayaran PPN impor (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025) - Fotokopi kartu NPWP (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025) - Fotokopi surat pengukuhan sebagai PKP (jika ada) (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 23 TAHUN 2024 dan Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025) - Pemberitahuan Impor Barang (PIB) dan Surat Persetujuan Pengeluaran Barang (SPPB) (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025) - Surat pernyataan dari pemohon yang menyatakan bahwa PPN yang dimintakan penggantian tidak dikreditkan/tidak akan dikreditkan dan tidak dibiayakan/tidak akan dibiayakan (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025) Sebagai tambahan, untuk Wajib Pajak non Pengusaha Kena Pajak (non-PKP), dilampirkan surat keterangan terdaftar. (Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 23 TAHUN 2024)
13	Siapa yang bertindak sebagai Pengelola Hibah UAE?	Pengelola Hibah UAE adalah satuan kerja di lingkungan Kementerian Kesehatan yang mengelola Hibah UAE. [Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025]



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

14	Siapa yang bertindak sebagai Pengguna Anggaran (PA) dalam penggantian PPN dan biaya lain-lain pada Hibah UAE?	Menteri Kesehatan bertindak selaku PA atas penggantian PPN dan biaya lain-lain pada Hibah UAE. Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025
15	Bagaimana mekanisme penerbitan Surat Perintah Membayar (SPM) dalam penggantian PPN dan biaya lain-lain?	PPSPM melakukan pengujian atas SPP penggantian PPN/biaya lain-lain dan dokumen pendukung. Jika sesuai, PPSPM menerbitkan dan menandatangani SPM, yang kemudian disampaikan ke KPPN. Jika tidak sesuai, SPP dikembalikan ke PPK. [Sumber: Peraturan Menteri Keuangan Nomor: 27 TAHUN 2025]
16	Apa dasar hukum pengenaan PPN atas penyerahan Barang Kena Pajak?	Dasar hukum pengenaan PPN atas penyerahan Barang Kena Pajak adalah: - Pasal 4 ayat (1) huruf a dan b Undang-Undang PPN 1984. [Sumber: Surat Direktur Jenderal Pajak Nomor: S-1026/PJ.53/1993] - Pasal 4 huruf a Undang-undang Nomor 11 Tahun 1994, yang menyatakan bahwa Pajak Pertambahan Nilai dikenakan atas penyerahan Barang Kena Pajak di dalam Daerah Pabean yang dilakukan oleh Pengusaha. [Sumber: Surat Direktur Jenderal Pajak Nomor: S-41/PJ.53/1998]
17	Berdasarkan Pasal 4 ayat (1) huruf a UU PPN 1984, apa yang terutang PPN?	Berdasarkan Pasal 4 ayat (1) huruf a UU PPN 1984, atas penyerahan Barang Kena Pajak (BKP) oleh Pengusaha Kena Pajak (PKP) di Daerah Pabean terutang Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Sumber: Surat Direktur Jenderal Pajak Nomor: S-102/PJ.321/1992
18	Kapan PPN dan PPnBM tidak dipungut atas impor barang dan/atau bahan?	Terdapat beberapa kondisi kapan PPN dan PPnBM tidak dipungut atas impor barang dan/atau bahan, yaitu:



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

		1. Barang dan/atau bahan untuk diolah, dirakit, atau dipasang pada barang lain dengan tujuan diekspor atau diserahkan kepada pengusaha di Kawasan Berikat untuk tujuan yang sama, sepanjang atas impor barang dan/atau bahan tersebut dibebaskan dari pengenaan Bea Masuk. - Sumber: Keputusan Direktur Jenderal Pajak Nomor: KEP-348/PJ./2003 2. Barang-barang yang berupa hadiah ataupun impor barang-barang berdasarkan bantuan teknik kerja sama dan pemberian-pemberian lain dari Pemerintah, dan/atau badan dari luar negeri kepada Pemerintah, instansi-instansi dan badan di dalam negeri, jika pembiayaannya tidak dibebankan atas Anggaran Belanja Negara, sepanjang dibebaskan dari Bea Masuk. - Sumber: Surat Direktur Jenderal Pajak Nomor: S-757/PJ.51/1996
19	Apa yang termasuk dalam pengertian penyerahan Barang Kena Pajak menurut Undang-Undang PPN?	Menurut ketentuan PPN, pemakaian sendiri dan pemberian cuma-cuma pada dasarnya termasuk dalam pengertian penyerahan Barang Kena Pajak. Namun, khusus untuk pemberian cuma-cuma, PPN hanya terutang jika diberikan kepada pihak yang memiliki hubungan istimewa. Sumber: Surat Direktur Jenderal Pajak Nomor: S-2637/PJ.51/1995 dan S-1840/PJ.51/1995
20	Berapa tarif Pajak Pertambahan Nilai?	Tarif Pajak Pertambahan Nilai yaitu: - sebesar 11% (sebelas persen) yang mulai berlaku pada tanggal 1 April 2022; - sebesar 12% (dua belas persen) yang mulai berlaku paling lambat pada tanggal 1 Januari 2025. [Sumber: Undang-Undang Nomor: Konsolidasi PPN setelah UU HPP]



Hak Cipta :

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

Lampiran 2 Lembar Penjelasan Penelitian *Informed Consent*

INFORMED CONSENT

Lembar penjelasan penelitian:

Nama Peneliti : Muhammad Haikal Al Rasyid
NIM : 2107411025
Program Studi : Teknik Informatika
Alamat : JL. E 1 No. 10, Kel. Slipi, Kec. Palmerah, Jakarta Barat
Judul Penelitian : Rancang Bangun *Chatbot* Pajak Berbasis *Retrieval-Augmented Generation* untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN

Peneliti adalah mahasiswa Program Diploma Empat (D4) Teknik Informatika Politeknik Negeri Jakarta. Saudara/i dengan hormat diminta untuk ikut berpartisipasi secara sukarela dalam penelitian ini. Responden dalam penelitian ini adalah seorang pakar di bidang perpajakan yang dimohon kesediaannya secara sukarela untuk berpartisipasi dalam tahap pengujian dan validasi.

Partisipasi Anda sangat berarti untuk mengevaluasi akurasi dan validitas jawaban yang dihasilkan oleh *chatbot* pajak yang telah dibangun. Pada penelitian ini, pengujian akan dilakukan dengan cara meminta responden untuk menilai terhadap sejumlah sampel pertanyaan beserta jawaban yang dihasilkan oleh *chatbot* pajak mengenai kebijakan PPh dan PPN. Responden diminta untuk menilai valid atau tidak validnya setiap jawaban berdasarkan kepakaran dan pengetahuan yang dimiliki.

Semua data dan informasi yang Anda berikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian dan publikasi ilmiah terkait penelitian ini. Jika peneliti melakukan tindakan yang sekiranya melanggar dan memanfaatkan data di luar keperluan penelitian dan pendidikan, maka peneliti bersedia untuk menerima risiko sesuai dengan peraturan yang berlaku. Partisipasi Anda bersifat sukarela, dan Anda berhak untuk menolak berpartisipasi atau mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi.

Depok, 2 Juni 2025

Mengetahui,

Peneliti, Dosen Pembimbing,

Muhammad Haikal Al Rasyid Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIM. 2107411025 NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

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

Lampiran 3 Lembar Penjelasan Penelitian *Informed Consent* (Pakar 1)

Lembar Persetujuan Partisipasi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heru Tri Noviyanto
Afiliasi/Instansi : IKPP Medya Jakarta UTAR
Jabatan : Kepala seksi Pemusatan Pembinaan dan Pengawasan

Setelah membaca dan memahami penjelasan mengenai penelitian berjudul "Rancang Bangun Chatbot Pajak Berbasis *Retrieval-Augmented Generation* untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN" yang dilakukan oleh Muhammad Haikal Al Rasyid, mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jakarta, maka dengan ini saya menyatakan:

1. Telah mendapatkan penjelasan yang cukup mengenai tujuan, prosedur, dan potensi manfaat dari penelitian ini.
2. Memahami bahwa partisipasi saya bersifat sukarela dan saya dapat mengundurkan diri kapan saja.
3. Memahami bahwa data yang saya berikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.
4. Bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian ini sebagai responden (pakar pajak) untuk melakukan validasi terhadap jawaban yang dihasilkan *chatbot*.

Demikian surat persetujuan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, 2 Juni 2025

Yang menyatakan persetujuan,


HERU TRI NOVIYANTO



Hak Cipta :

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

Lampiran 4 Lembar Penjelasan Penelitian *Informed Consent* (Pakar 2)

Lembar Persetujuan Partisipasi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nofialdi
Afiliasi/Instansi : PT. Nata Saksi Pratama
Jabatan : Business Analyst

Setelah membaca dan memahami penjelasan mengenai penelitian berjudul "Rancang Bangun Chatbot Pajak Berbasis *Retrieval-Augmented Generation* untuk Sosialisasi Kebijakan PPh dan PPN" yang dilakukan oleh Muhammad Haikal Al Rasyid, mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jakarta, maka dengan ini saya menyatakan:

1. Telah mendapatkan penjelasan yang cukup mengenai tujuan, prosedur, dan potensi manfaat dari penelitian ini.
2. Memahami bahwa partisipasi saya bersifat sukarela dan saya dapat mengundurkan diri kapan saja.
3. Memahami bahwa data yang saya berikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.
4. Bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian ini sebagai responden (pakar pajak) untuk melakukan validasi terhadap jawaban yang dihasilkan *chatbot*.

Demikian surat persetujuan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, 3 Juni 2025

Yang menyatakan persetujuan,


NOFIALDI



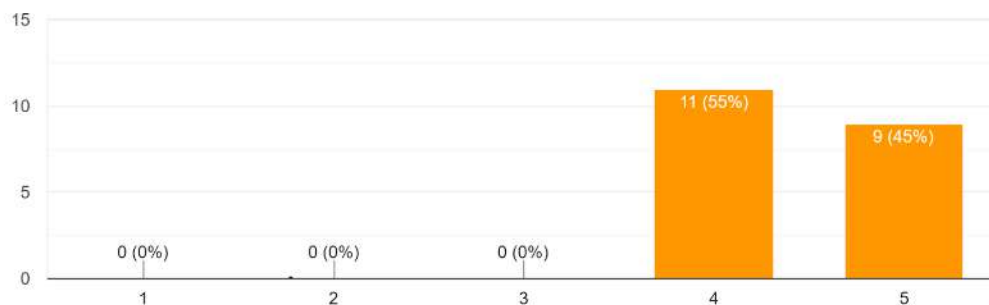
Hak Cipta :

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

Lampiran 5 Hasil Kuesioner Pengujian SUS

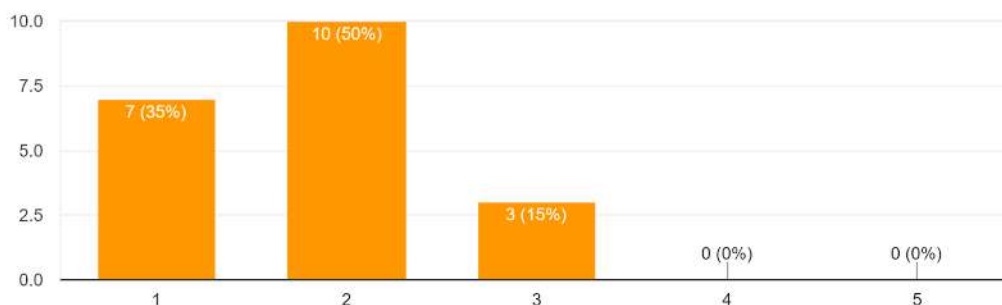
1. Saya berpikir akan menggunakan sistem ini lagi.

20 responses



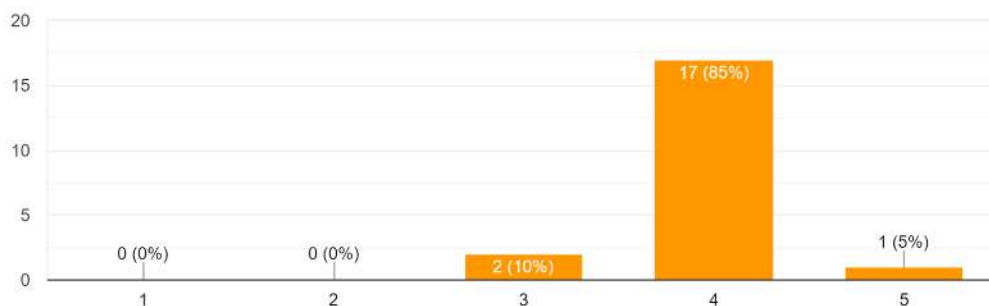
2. Saya merasa sistem ini rumit untuk digunakan.

20 responses



3. Saya merasa sistem ini mudah digunakan.

20 responses





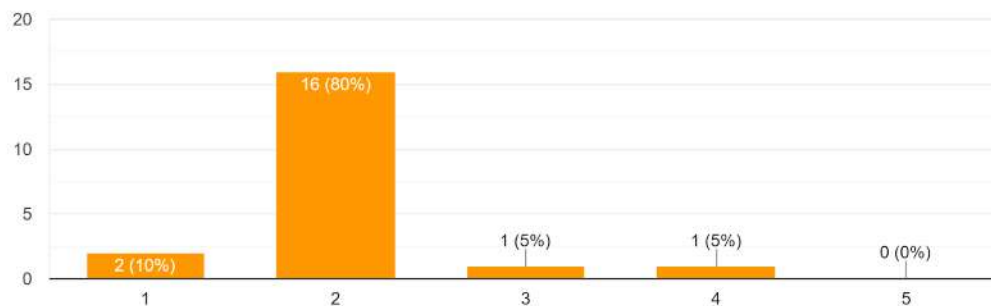
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

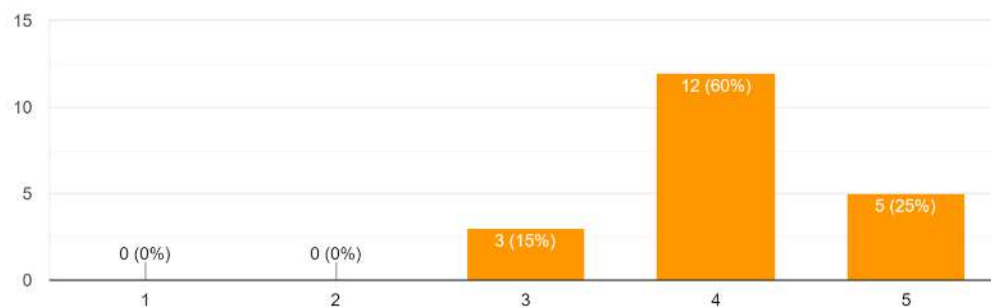
4. Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem ini.

20 responses



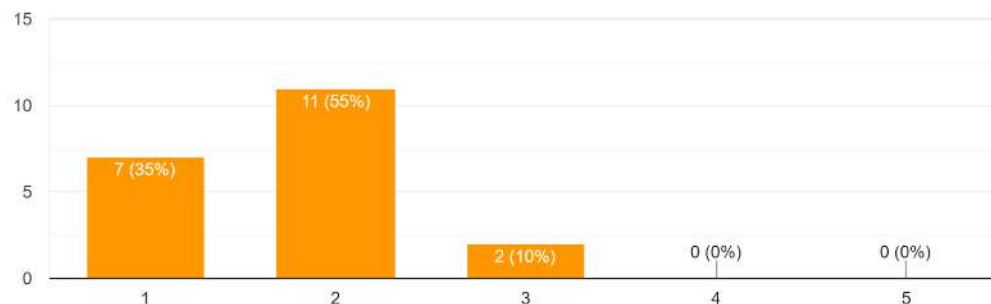
5. Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan semestinya.

20 responses



6. Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten.

20 responses





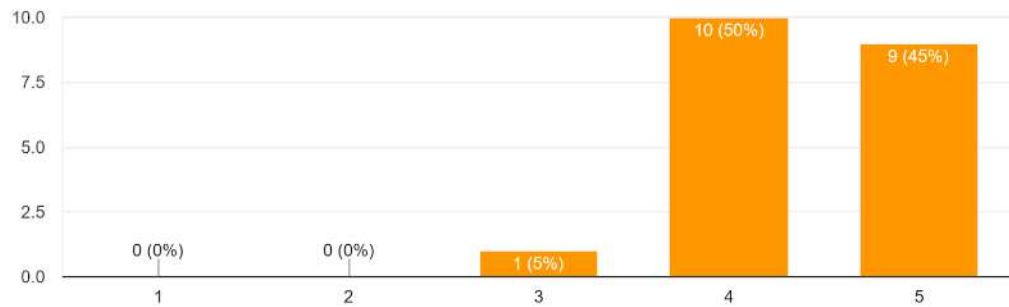
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

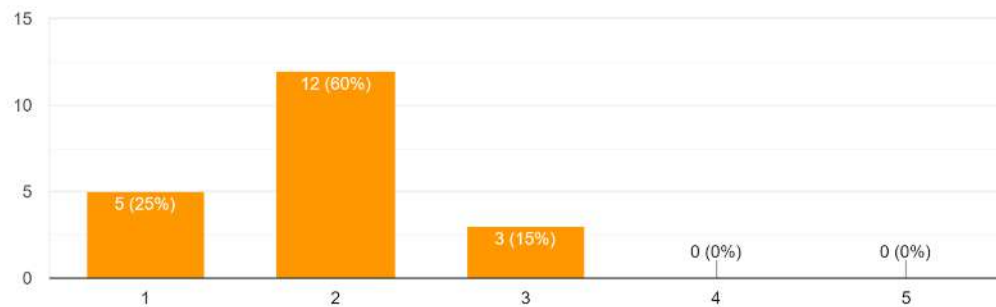
7. Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem ini dengan cepat.

20 responses



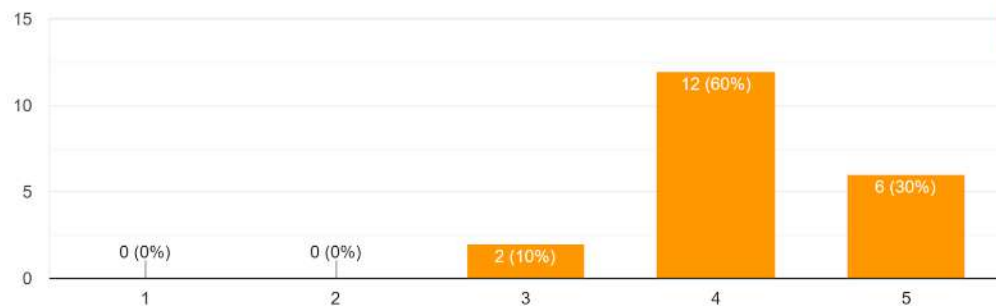
8. Saya merasa sistem ini membingungkan.

20 responses



9. Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini.

20 responses





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

10. Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini.

20 responses

