**Penelitian ini berjudul “Implementasi Retrieval-Augmented Generation (RAG) menggunakan model GPT untuk Chatbot Pencarian Informasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), yang diharapkan memberikan manfaat secara teoritis dan praktis, yaitu:**

### PROPOSAL SKRIPSI

Diusulkan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer (S.Kom) di Program Studi Informatika



### FATURROHMAN AL-KHAIR 105841107021

### Program Studi Informatika FAKULTAS TEKNIK

### UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR 2025

# KATA PENGANTAR

بِسْــــــــــــــــــمِ اِلل الرَّحْمَنِ الرَّحِيْمِ

##### Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta‘ala atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga Proposal Skripsi berjudul "Implementasi Retrieval-Augmented Generation (RAG) Menggunakan Model GPT untuk Chatbot Pencarian Informasi Regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)" dapat diselesaikan dengan baik.

Proposal untuk skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program sarjana di Fakultas Teknik, Program Studi Informatika, Universitas Muamalat. Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu masukan berupa kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk menyempurnakan proposal skripsi ini.

Dalam proses penyusunan proposal skripsi ini, penulis memperoleh berbagai bentuk bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara materiil maupun moril. Selama menempuh perkuliahan, penulis juga senantiasa mendapatkan dukungan yang luar biasa. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua kami tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa yang tak henti-hentinya, serta dukungan moral dan materiil yang sangat berarti bagi penulis.
2. Ketua Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Makassar, yang telah memberikan arahan dan fasilitas akademik, Bapak Muhhiddin A.M Hayat, S.Kom., M.T.
3. Bapak **Muhyiddin A.M Hayat S.Kom.,M.T**., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan arahan dan fasilitas akademik.
4. Sebagai Dosen Pembimbing I, Ibu Titin Wahyuni, S.Pd., M.T., yang dengan sabar memberikan bimbingan, saran dan koreksi yang konstruktif selama proses penyusunan proposal ini.
5. Bapak **Fachrim Irhamna Rachman S.Kom.,M.T.**, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga dalam penyusunan proposal skripsi ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Tenaga Kependidikan Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan pelayanan akademik.
7. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik. Khususnya Angkatan 2021, dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu, memberikan semangat, dukungan dan kerjasama yang baik dalam menjalani proses perkuliahan dan penyusunan proposal skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap proposal ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Keinformatikaan. Aamiin

##### “Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat” Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Makassar, Agustus 2025

#### Penulis

# DAFTAR ISI

[KATA PENGANTAR 2](#_bookmark0)

[DAFTAR ISI 4](#_bookmark1)

[DAFTAR TABEL 5](#_bookmark2)

[DAFTAR GAMBAR 6](#_bookmark3)

[BAB I PENDAHULUAN 7](#_bookmark4)

1. [Latar Belakang 7](#_bookmark5)
2. [Rumusan Masalah 9](#_bookmark6)
3. [Tujuan Penelitian 9](#_bookmark7)
4. [Manfaat Penelitian 9](#_bookmark8)
5. [Ruang Lingkup Peneltian 10](#_bookmark9)
6. [Sistematika Penulisan 11](#_bookmark10)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 12](#_bookmark11)

1. [Landasan Teori 12](#_bookmark12)
2. [Penelitian Terkait 14](#_bookmark13)
3. [Kerangka Pikir 16](#_bookmark15)

[BAB III METODE PENELITIAN 18](#_bookmark17)

1. [Tempat dan Waktu Penelitian 18](#_bookmark18)
2. [Alat dan Bahan 18](#_bookmark20)
3. [Perancangan Sistem 19](#_bookmark21)
4. [Teknik Pengujian Sistem 25](#_bookmark25)
5. [Teknik Analisis Data 25](#_bookmark26)

[DAFTAR PUSTAKA 27](#_bookmark27)

# DAFTAR TABEL

[Table 1. Penelitian Terkait 14](#_bookmark14)

Tabel 2. Waktu Penelitian 18

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pemikiran

[Gambar 2. Alur Penelitian 21](#_bookmark22)

[Gambar 3. Use case diagram 21](#_bookmark23)

Gambar 4. Diagram Aktivitas

# BAB I PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting yang menjamin perlindungan tenaga kerja dari risiko kecelakaan dan penyakit akibat aktivitas kerja. (c) Menurut undang-undang No. 1 Tahun 1970, Keselamatan Kerja adalah keseluruhan upaya untuk menjaga keutuhan jasmani dan rohani pekerja di lingkungan kerja. Peraturan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja telah banyak diterbitkan oleh pemerintah melalui Peraturan Menteri, Standar Operasional Prosedur (SOP), hingga dokumen teknis yang berlaku di berbagai sektor industri. Regulasi tersebut tidak hanya bertujuan untuk menurunkan angka kecelakaan kerja, tetapi juga untuk menciptakan lingkungan kerja yang produktif, sehat, dan berkelanjutan.

Namun, meskipun dokumen regulasi K3 tersedia secara resmi, tingkat literasi dan pemahaman pekerja terhadap isi regulasi tersebut masih tergolong rendah. Studi menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja tidak memahami secara menyeluruh isi prosedur keselamatan kerja, bahkan setelah mengikuti pelatihan (Hidayah & Kamali Zaman, 2022). Hambatan yang paling sering ditemukan meliputi keterbatasan akses terhadap informasi digital, penggunaan bahasa hukum yang sulit dipahami oleh orang awam, serta kurangnya media interaktif yang dapat menjembatani pemahaman regulasi dengan konteks kerja aktual (Ulzheimer et al., 2021). Di samping itu, pelatihan formal mengenai K3 memerlukan biaya yang cukup besar, membuatnya tidak dapat diakses secara merata oleh semua pihak.

Seiring dengan berkembangnya teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/AI), pendekatan baru dalam penyebaran informasi regulasi mulai mendapatkan perhatian, salah satunya melalui pengembangan chatbot berbasis bahasa alami (*Natural Language Processing*). Model *Generative Pre-trained Transformer* (GPT) merupakan salah satu teknologi NLP paling canggih saat ini, dengan kemampuan menjawab pertanyaan dan memberikan informasi

GPT telah digunakan secara instan dan mudah dipahami (Yenduri et al., 2023) dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan, kesehatan, dan layanan publik, tetapi GPT secara murni hanya mengandalkan data pelatihan umum, sehingga tidak cukup kuat untuk menjawab pertanyaan tertentu terkait dokumen atau konteks tertentu seperti keselamatan dan kesehatan kerja (Beheshti et al. 2023).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, metode *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) diperkenalkan sebagai solusi yang menggabungkan pencarian dokumen relevan (*retrieval*) dengan kemampuan generatif model GPT. Dalam konteks ini, chatbot tidak hanya mengandalkan pengetahuan umum, tetapi juga menarik bagian teks dari dokumen K3 aktual sebagai basis jawabannya, sehingga menghasilkan respons yang faktual dan kontekstual. Studi sebelumnya telah membuktikan efektivitas RAG dalam sistem tanya jawab berbasis dokumen seperti fatwa, peraturan sekolah, dan modul pembelajaran. Namun, sejauh penelusuran penulis, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengimplementasikan RAG untuk chatbot pencarian regulasi K3 di Indonesia—ini merupakan gap penting yang ingin dijawab dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *chatbot* berbasis *Generative Pre-trained Transformer* (GPT) yang diintegrasikan dengan pendekatan *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) guna memfasilitasi pencarian dan pemahaman informasi regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara otomatis. Sistem ini dirancang sebagai solusi alternatif yang efisien, interaktif, dan inklusif untuk mendukung peningkatan literasi K3 bagi pekerja, petugas K3, maupun pelaku industri. Melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan yang mampu menghadirkan informasi secara cepat, akurat, dan kontekstual, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan keselamatan kerja serta memperluas akses terhadap regulasi K3 secara merata dan efektif. Selain itu, hasil penelitian ini berpotensi menjadi model penerapan teknologi AI pada sektor regulasi dan kepatuhan (*compliance*), yang dapat direplikasi pada berbagai domain

pengetahuan lainnya, sehingga memberikan dampak positif bagi pengelolaan informasi di berbagai bidang industri.

## Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

* 1. Bagaimana mengintegrasikan berbagai dokumen regulasi K3 dalam satu sistem pencarian?
  2. Apa solusi untuk membaca gambar atau tabel dalam pdf yang tidak bisa diekstraksi sebagai teks?

## Tujuan Penelitian

Berdasarkan Rumusan Masalah, batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

* 1. Mengembangkan sistem pencarian yang mampu mengintegrasikan berbagai dokumen regulasi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) dalam satu platform terpadu hingga memudahkan pengguna dalam menemukan informasi yang relevan.
  2. Merumuskan solusi teknis untuk mengekstraksi informasi dari elemen non- teks seperti gambaar atau tabel dalam dokumen PDF yang tidak dapat dibaca secara langsung sebagai teks.

## Manfaat Penelitian

Penelitian ini berjudul “Implementasi Retrieval-Augmented Generation (RAG) menggunakan model GPT untuk chatbot pencarian informasi regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang diharapkan memberikan manfaat secara teoritis dan secara praktis, yaitu:

* 1. Secara Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pencarian informasi berbasis kecerdasan buatan yang bertujuan mempermudah akses terhadap regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja secara cepat dan relevan.

* 1. Secara Praktis
     1. Manfaat bagi peneliti

Penelitian ini memberikan peneliti pengalaman mendalam mengenai implementasi model AI, serta penerapannya dalam dunia nyata. Selain itu, penelitian ini juga melatih peneliti dalam proses perancangan sistem, pengolahan data, serta evaluasi sistem cerdas berbasis teks.

* + 1. Manfaat bagi Sosial dan Nasional

Penelitian ini berpotensi mendukung pembangunan nasional melalui peningkatan pemahaman dan akses terhadap regulasi keselamatan kerja, yang pada akhirnya dapat mengurangi kecelakaan kerja dan meningkatkan kesejahteraan tenaga kerja di Indonesia.

## Ruang Lingkup Peneltian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun batasan pada penelitian ini sebagai berikut:

* 1. Ruang lingkup Regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Regulasi yang digunakan hanya mencakup peraturan nasional di Indonesia, seperti Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, Peraturan Menteri Ketenagakerjaan, Keputusan Menteri dan SNI yang berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
  2. Bahasa Dokumen: Seluruh dokumen yang digunakan dalam proses retrieval dan pemrosesan berbahasa Indonesia; dokumen berbahasa asing tidak disertakan dalam penelitian ini.
  3. Jenis dan Format Dokumen: Penelitian hanya memproses dokumen digital berformat PDF dan DOCX, dokumen hasil pemindaian (scan) tanpa teknologi OCR tidak digunakan.
  4. Retrieval-Augmented Generation (RAG): Penelitian berfokus pada penerapan model RAG dengan GPT sebagai komponen generatif; pendekatan lain seperti rule-based, keyword matching, atau fine-tuning murni tidak dieksplorasi.
  5. Sistem Chatbot: Chatbot dirancang sebagai prototipe berbasis teks; tidak mendukung antarmuka berbasis suara atau integrasi dengan platform komunikasi seperti WhatsApp atau Telegram.
  6. Uji Coba Sistem: Pengujian dilakukan secara terbatas pada kelompok kecil, seperti mahasiswa, akademisi, dan praktisi K3; tidak diterapkan secara luas dalam skala industri atau organisasi.

## Sistematika Penulisan

Secara keseluruhan, struktur penlusisan ini dibagi ke beberapa bab utama yang masing-masing memuat aspek-aspek penting sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan uraian tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teoritis yang relevan dengan topik penelitian. Teori- teori dan hasil studi terdahulu yang mendukung pelaksanaan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk pendekatan, tahap pelaksanaan, serta perangkat dan sumber daya yang digunakan dalam proses desain dan pengembangan sistem.

1. **Landasan Teori**

# BAB II TINJAUAN PUSTAKA

#### Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah serangkaian upaya sistematis yang dilakukan untuk memastikan kondisi kerja yang aman, sehat, dan terhindar dari risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Undang-undang No. 1 Tahun 1970 mendefinisikan Keselamatan Kerja sebagai segala tindakan untuk memastikan keutuhan dan kesempurnaan jasmani dan rohani tenaga kerja melalui perlindungan kerja di tempat kerja. (Waisapi, 2022) menjelaskan bahwa tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah untuk mencegah kecelakaan kerja, meningkatkan produktivitas, dan menciptakan suasana kerja yang aman dan nyaman.

Menurut (Djoko Subagijo) regulasi K3 mencakup berbagai ketentuan teknis dan hukum yang kompleks, sehingga pemahaman terhadapnya membutuhkan sistem pendukung berbasis teknologi yang mampu menjembatani antara dokumen regulatif dengan kebutuhan pengguna. Maka dari itu, pendekatan digital yang interaktif seperti chatbot menjadi penting untuk mempermudah akses informasi ini.

#### Sistem Informasi

Sistem informasi adalah kumpulan elemen yang saling terkait untuk mengumpulkan, mengelola, menyimpan, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan dan pengendalian organisasi, yang terdiri dari input, proses, output, dan umpan balik, yang semuanya dikoordinasikan oleh perangkat keras, perangkat lunak, manusia, dan data (Vargas Saputra et al., 2025).

Dalam konteks penelitian ini, sistem informasi yang dibangun berfungsi untuk memfasilitasi interaksi antara pengguna dan data regulasi K3 melalui antarmuka chatbot yang cerdas dan adaptif.

#### Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)

Kecerdasan buatan (AI) adalah disiplin ilmu komputer yang berfokus pada pembuatan mesin yang dapat meniru kecerdasan manusia, memungkinkan komputer untuk melakukan tugas-tugas rumit seperti mengenali suara, memahami bahasa alami, membuat prediksi, dan belajar dari data (Strohmeier, 2022).

AI menjadi dasar untuk mengembangkan sistem chatbot yang digunakan dalam penelitian ini, salah satu bentuk AI yang digunakan adalah pemrosesan bahasa alami (NLP), yang memungkinkan sistem memahami dan menjawab pertanyaan dalam bahasa manusia (Strohmeier, 2022).

#### Chatbot

Chatbot adalah sistem komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan manusia melalui antarmuka percakapan berbasis teks atau suara. Chatbot dapat bersifat rule-based (berbasis aturan) atau AI-Based (berdasarkan kecerdasan buatan). Chatbot AI dapat mempelajari konteks dan memberikan jawaban yang lebih fleksibel dan personal (Sharifi et al.) (2020) Dalam penelitian ini, Chatbot telah dikembangkan untuk memfasilitasi pencarian dan pemahaman Regulasi K3, menjadikannya sebagai alat bantu edukatif dan informatif yang dapat diakses kapan saja dan oleh siapa saja.

saja.

#### Generative Pre-trained Transformer (GPT)

GPT adalah model bahasa berbasis deep learning yang melatih sejumlah besar data teks untuk memahami dan menghasilkan bahasa alami. GPT bekerja berdasarkan arsitektur transformasi yang memungkinkan pemrosesan urutan teks dalam konteks yang lebih luas (Brown et al., 2020).

Menurut (Brown et al., 2020) model GPT memiliki kemampuan zero-shot, one-shot, dan few-shot learning, sehingga sangat efektif dalam menjawab pertanyaan berbasis teks tanpa pelatihan ulang. GPT digunakan

dalam penelitian ini sebagai model inti dalam memberikan jawaban dari chatbot secara natural dan sesuai konteks.

#### Generation Retrieval-Augmented (RAG)

RAG adalah pendekatan dalam pengembangan sistem tanya-jawab (question answering system) yang menggabungkan proses pencarian informasi (retrieval) dari dokumen eksternal dengan kemampuan generatif model bahasa seperti GPT. Dalam arsitektur RAG, dua komponen utama digunakan: retriever untuk mencari dokumen relevan, dan generator untuk menyusun jawaban berdasarkan dokumen tersebut (Lewis et al., 2021a)

#### Unified Modeling Language (UML)

UML adalah bahasa pemodelan standar yang digunakan untuk merancang dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. UML menyediakan berbagai jenis diagram seperti use case, class, sequence, dan activity diagram yang membantu dalam merancang sistem secara visual dan struktural (Booch et al., 2005(M.Teguh, 2018)).

Dalam penelitian ini, UML digunakan untuk memodelkan alur kerja sistem chatbot, interaksi antar komponen, serta hubungan antara pengguna, sistem, dan basis data regulasi K3.

## Penelitian Terkait

Peneliti memperoleh banyak inspirasi dan referensi untuk menyusun proposal skripsi ini dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan latar belakang masalah dalam proposal ini. Penelitian sebelumnya yang terkait antara lain:

Table 1. Penelitian Terkait

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama/Tahun | Judul | Metode | Hasil |
| 1 | (Ahadi et al., 2025) | Retrieval- Augmented Generation in a Web-Based Question  Answering | RAG + GPT-3,  web-based QA | Mengurangi halusinasi LLM, meningkatkan akurasi jawaban berbasis |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | System for  Fiqh Books |  | dokumen  referensi. |
| 2 | (Gayathri Devi. et al., 2024) | MineBot: Chatbot to Respond to Text Queries Pertaining to Acts, Rules, and Regulations in  Mining | LangChain + GPT-3.5-turbo  + RAG,  integrasi Wikipedia & Google API | Memberikan akses real-time ke regulasi tambang. |
| 3 | (Lewis et al., 2021b) | Retrieval- Augmented Generation for Knowledge- Intensive NLP Task | RAG yang menggabungkan *Dense Passage Retriever* dengan model generatif BART | Peningkatan akurasi dan relevansi jawaban pada tugas *knowledge- intensive question*  *answering*. |
| 4 | (Silvanie & Subekti, 2022) | Aplikasi Chatbot Untuk Faq Akademik Di Ibi-K57 Dengan Lstm Dan Penyematan Kata | Long Short- Term Memory (LSTM) +  Word Embedding (CBOW) +  Flask (server) + Kotlin (client) | Akurasi tertinggi 99,20% dengan optimizer Adam/RMSprop; chatbot mampu menjawab pertanyaan FAQ akademik  berbasis Android |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | dengan koneksi  server |
| 5 | (Ranjit et al., | Retrieval- | Retrieval- | RAG |
|  | 2023) | Augmented | Augmented | meningkatkan |
|  |  | Chest X-ray | Generation | kualitas laporan |
|  |  | Report | (RAG) + CLIP | X-ray dengan |
|  |  | Generation | (Contrastive | memanfaatkan |
|  |  | using a | Language– | retrieval data |
|  |  | Pretrained | Image | historis yang |
|  |  | Contrastive | Pretraining) | relevan, |
|  |  | Language– | untuk retrieval | menghasilkan |
|  |  | Image Model | + GPT-2 | deskripsi lebih |
|  |  | and |  | akurat dan kaya |
|  |  | Generative |  | informasi |
|  |  | Language |  | dibanding model |
|  |  | Model |  | generatif murni |

## Kerangka Pikir

Kerangka berpikir untuk penelitian ini menunjukkan bagaimana membangun sistem chatbot yang memungkinkan pekerja, petugas K3, dan pelaku industri untuk mengakses dan memahami aturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan lebih mudah. Alasan yang mendasari pengembangan sistem ini adalah bahwa masih rendahnya pemahaman masyarakat pekerja tentang aturan K3, yang disebabkan oleh keterbatasan sumber informasi yang relevan, bahasa regulasi yang sulit dipahami, dan kurangnya media interaktif yang dapat menyajikan informasi tersebut secara cepat, tepat, dan kontekstual.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

# BAB III METODE PENELITIAN

## Tempat dan Waktu Penelitian

* 1. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih oleh peneliti adalah di Kantor Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Kampus Universitas muhammadiyah Makassar.

* 1. Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlangsung antara Juni dan Agustus 2025, dimulai dari tahap pengumpulan data hingga penyusunan laporan akhir.

Table 2. Waktu Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NO** | **KEGIATAN** | **BULAN** | | | | | | | | | |
| **JUNI** | | **JULI** | | | | **AGUSTUS** | | | |
| 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Perumusan topik penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Perencanaan penelitian |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Pelaksanaan penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | a. Pembuatan program |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | b. Penelitian uji program |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Penulisan laporan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## Alat dan Bahan

Alat penelitian berupa laptop yang akan digunaknan peneliti untuk merancang sistem chatbot untuk pencarian informasi regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berbasis RAG. Adapun perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut:

* 1. Perangkat keras (Pengembang)
     1. Processor Intel Core-I5 (2 core, 8 thread)
     2. Besar Memory Ram 24GB
     3. Kapasitas SSD 119GB
  2. Perangkat Lunak
     1. Windows Home
     2. Text editor Visual Studio Code
     3. Python sebagai bahasa programming
     4. FastAPI dan Uvicorn sebagai framerowk dan server backend
     5. HTML, CSS dan Javascript sebagai User Interface (frontend)
     6. MongoDB dan ChromaDB sebagai sistem manajemen basis data (Vector dan dokumentasi)
     7. Google Chrome sebagai browser.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumen peraturan tentang keselamatan dan kesehatan kerja, yang diperoleh dari berbagai sumber resmi yang dimasukkan ke dalam sistem dan diproses untuk menjadi sumber pengetahuan yang digunakan dalam menjawab pertanyaan pengguna secara kontekstual melalui chatbot.

## Perancangan Sistem

Perancangan sistem sangat penting untuk pengembangan suatu sistem, karena menguraikan bagaimana sistem dibangun dari tahap perencanaan hingga tahap pembuatan fungsi-fungsi yang diperlukan untuk pengoperasian sistem.

Alur jalannya penelitian pembuatan *chatbot* informasi regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) seperti pada gambar 2 terbagi menjadi 7 (tujuh) blok penelitian, antara lain:

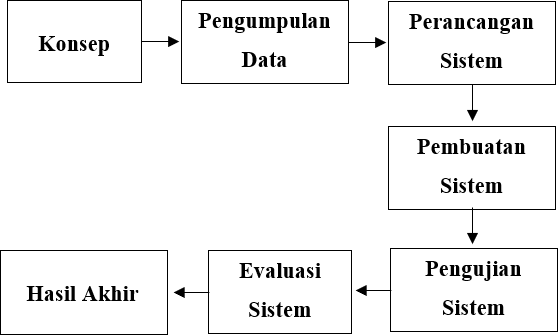
* 1. Konsep, tahapan ini dimulai dengan merumuskan ide dasar dari sistem chatbot yang akan dikembangkan. Pada tahap ini ditentukan permasalahan utama, batasan sistem, dan dirancang kebutuhan fungsional. Konsep chatbot diarahkan pada integrasi dan teknologi Artificial Intelligence (GPT) dan pencarian semantik (RAG) untuk

meningkatkan aksesibilitas regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dari dokumen.

* 1. Pengumpulan data, setelah konsep sistem telah ditetapkan, tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data berupa dokumen regulasi K3 dalam format PDF. Selain itu, dilakukan studi literatur terhadap teknologi pendukung seperti GPT, LangChain, OpenAI Embedding, dan ChromaDB yang akan digunakan dalam proses pengolahan data.
  2. Perancangan Sistem, Pada blok ini dilakukan perancangan teknis sistem, yang meliputi alur kerja sistem (workflow), perancangan modul utama, desain basis data, dan pemilihan algoritma yang akan digunakan. Komponen yang dirancang meliputi proses ekstraksi teks dari PDF, pembagian teks menjadi chunk, pembuatan embedding vektor menggunakan API OpenAI, penyimpanan embedding di MongoDB, hingga pengembangan sistem retrieval dan generation menggunakan LangChain dan GPT.
  3. Pembuatan sistem, Tahap ini merupakan proses implementasi dari rancangan sistem sebelumnya. Pembuatan sistem dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python, dengan integrasi beberapa library seperti PyMuPDF, LangChain, ChromaDB, OpenAI, dan MongoDB. Pada tahap ini dibangun pipeline RAG yang mencakup ekstraksi teks, embedding, penyimpanan data, pencarian vektor, dan generasi jawaban oleh model GPT berdasarkan dokumen sumber.
  4. Pengujian sistem, Setelah sistem selesai diimplementasikan, dilakukan pengujian terhadap berbagai jenis pertanyaan, baik pertanyaan langsung maupun pertanyaan lanjutan (multi-turn conversation). Pengujian mencakup keakuratan jawaban, relevansi konteks, serta responsivitas chatbot dalam menjawab berdasarkan isi dokumen regulasi K3. Hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk menilai performa sistem.
  5. Evaluasi dan penyimpulan, Setelah sistem selesai diimplementasikan, dilakukan pengujian terhadap berbagai jenis pertanyaan, baik pertanyaan langsung maupun pertanyaan lanjutan (multi-turn

conversation). Pengujian mencakup keakuratan jawaban, relevansi konteks, serta responsivitas chatbot dalam menjawab berdasarkan isi dokumen regulasi K3.

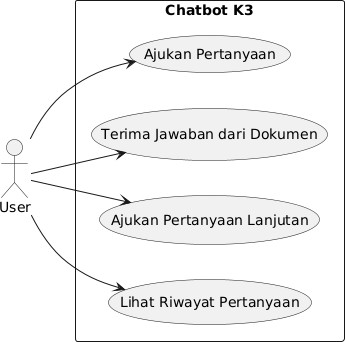
* 1. Hasil akhir, setelah melalui proses pengujian dan perbaikan, chatbot sudah dapat diterapkan. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan jalannya penelitian:



Gambar 2. Alur Penelitian

Prosedur untuk mengembangkan Web Chatbot tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja digambarkan sebagai berikut:

1. *Use case diagram*

**

Gambar 3. Use case diagram

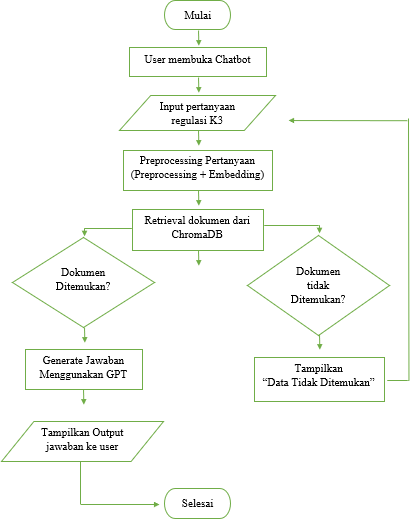
Pada tahap perancangan use case diagram, diagram ini berfugsi untuk menggambarkan interaksi antara pengguna (user) dengan sistem

chatbot regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Diagram ini menunjukkan proses awal hingga akhir penggunaan sistem, serta fitur- fitur utama yang tersedia bagi pengguna. Dalam sistem ini hanya terdapat satu jenis akun yaitu akun pengguna (user), karena sistem bersifat publik dan ditujukan untuk akses informasi K3 secara mudah.

* 1. Ajukan pertanyaan, pada tahap awal, pengguna dapat langsung mengakses halaman antarnuka chatbot dan mengajukan pertanyaan seputar regulasi K3. Pertanyaan ini dapat berupa definisi, prosedur, atau ketentuan hukum terkait keselamatan kerja, seperti “Apa itu APD?”, atau “Apa isi pasal tentang pemadam kebakaran?”. Sistem kemudian menerima input ini dan memprosesnya melalui tahap *retrieval* dan *generation* menggunakan model RAG.
  2. Terima jawaban dari Dokumen, setelah sistem menerima pertanyaan, modul retrieval akan mencari bagian dokumen PDF yang relevan menggunakan pencarian berbasis vektor. Kemudian hasil pencarian tersebut akan dijadikan konteks oleh model GPT untuk menghasilkan jawaban yang informatif dan mudah dipahami. Jawaban ini ditampilkan secara instan kepada pengguna di tampilan chatbot.
  3. Ajukan pertanyaan lanjutan, Jika pengguna merasa jawabannya belum cukup lengkap, mereka dapat mengajukan pertanyaan lanjutan tanpa perlu mengulang konteks. Fitur ini memungkinkan percakapan berkelanjutan (*multi-turn conversation*), seperti “lanjutkan” atau “bagaimana dengan pengecualian pasal tersebut?”, dan sistem tetap mempertahankan konteks pertanyaan sebelumnya.
  4. Lihat riwayat pertanyaan, Pengguna juga dapat melihat kembali riwayat percakapan mereka dalam sesi sebelumnya. Fitur ini berguna untuk merevisi, menyimpan, atau menyalin informasi yang sudah diterima tanpa harus bertanya ulang. Riwayat disimpan secara lokal selama sesi berlangsung, atau secara opsional dapat diarsipkan.

1. *Activity diagram*

Activity Diagram adalah representasi grafis dari seluruh tahapan alur kerja yang berisi aktivitas, pilihan tindakan, pengulangan dan hasil dari aktivitas tersebut.



*Gambar 4. Activity Diagram*

* 1. User membuka chatbot

Tahapan pertama adalah ketuka pengguna (user) mengakses antarmuka chatbot yang sudah dibangun berbasis web. Pada tahap ini, pengguna siap untuk melakukan interaksi awal dengan sistem.

* 1. User menginput pertanyaan

Pengguna kemudian mengetikkan pertanyaan seputar regulasi K3 yang ingin diketahui, misalnya “Apa isi pasal tentang APD?” atau “Bagaimana prosedur evakuasi darurat?”.

* 1. Pertanyaan yang sedang diproses (embedding)

Setelah Pertanyaan dari pengguna kemudian diproses melalui tahap preprocessing. Pada tahap ini, pertanyaan diubah menjadi representasi vektor (embedding) agar bisa dibandingkan secara semantik dengan data yang ada di basis data ChromaDB.

* 1. Retrieval dokumen dari ChromaDB

Setelah embedding pertanyaan dihasilkan, sistem melakukan pencarian ke dalam basis data vektor (ChromaDB) untuk menemukan dokumen yang memiliki kemiripan semantik tinggi. Proses ini dikenal dengan retrieval..

* 1. Percabangan: Apakah dokumen ditemukan?

Sistem akan memeriksa apakah ada dokumen atau bagian dokumen yang relevan dengan pertanyaan pengguna, jika ditemukan, proses akan dilanjutkan ke tahap generasi jawaban, jika tidak ditemukan, sistem akan menampilkan informasi bahwa data tidak ditemukan.

* 1. Generatif jawaban menggunakan GPT

Apabila dokumen berhasil ditemukan, potongan teks yang relevan akan dikirimkan ke model GPT untuk menghasilkan jawaban yang utuh dan mudah dipahami. Model GPT akan melakukan proses reasoning dengan konteks yang diberikan.

* 1. Tampilkan output jawaban ke user

Jawaban yang telah dihasilkan oleh GPT akan ditampilkan langsung di antarmuka pengguna. Sistem juga mempertahankan konteks untuk memungkinkan pertanyaan lanjutan (multi-turn conversation).Selesai

Setelah jawaban diterima oleh pengguna, proses sesi tanya- jawab dapat dihentikan, atau pengguna dapat memilih untuk melanjutkan percakapan dengan pertanyaan berikutnya.

## Teknik Pengujian Sistem

Teknik Pengujian Sistem dilakukan dengan metode black box testing. Uji coba yang dilakukan bersifat mandiri dan diuji coba langsung dengan memperhatikan rancangan yang dibuat.

Pengujian blackbox (blackbox testing) adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsionalitas, khususnya pada input dan output (apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum).

Black Box Testing adalah pengujian yang dilakukan untuk mengamati hasil input dan output perangkat lunak tanpa mengetahui struktur kode perangkat lunak. Pengujian ini dilakukan pada akhir pembuatan perangkat lunak untuk melihat apakah perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik.

## Teknik Analisis Data

Setelah semua data yang diperlukan dalam pengembangan sistem chatbot regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berhasil dikumpulkan, proses analisis data menjadi salah satu langkah penting dalam menjamin kualitas dan akurasi sistem yang dikembangkan. Analisis data berperan dalam mengevaluasi kinerja sistem serta memvalidasi apakah sistem mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal. Ketepatan dalam pemilihan metode analisis sangat menentukan kualitas kesimpulan yang dihasilkan, sehingga dapat berdampak besar pada kebermanfaatan dan penerapan hasil penelitian ini dalam dunia kerja nyata, khususnya pada bidang keselamatan kerja.

Pendekatan analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif deskriptif, hal ini disebabkan oleh sifat data yang dianalisis berasal dari pengujian sistem, berupa interaksi teks (pertanyaan dan jawaban), serta observasi terhadap kinerja chatbot dalam menjawab pertanyaan berbasis dokumen regulasi.

membandingkan antara hasil jawaban chatbot dengan isi dokumen K3 asli untuk menilai akurasi, kelengkapan jawaban, dan koherensi konteks, terutama dalam pertanyaan bertingkat (multi-turn).

Proses pengujian dilakukan melalui serangkaian skenario pertanyaan yang meliputi: pertanyaan definisi, prosedural, hingga pertanyaan lanjutan kontekstual seperti “lanjutkan” atau “jelaskan lebih dalam.” Log dari sesi tanya- jawab tersebut disimpan dalam bentuk file .json sebagai bagian dari dokumentasi, yang kemudian dianalisis secara manual untuk menilai apakah sistem mampu memberikan jawaban relevan berdasarkan isi dokumen sumber dan mengikuti konteks percakapan sebelumnya.

Selain itu, dilakukan juga evaluasi fungsional sistem dengan cara menguji keandalan proses ekstraksi teks, pembuatan embedding, penyimpanan data ke database, serta kemampuan sistem dalam menangani error seperti file PDF kosong atau pertanyaan tanpa hasil pencarian. Hasil evaluasi ini digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan sistem dan memberikan dasar dalam menyusun rekomendasi pengembangan selanjutnya.

Dengan demikian, teknik analisis data pada penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi sistem secara menyeluruh dari segi fungsi, konteks pemahaman, serta keakuratan isi jawaban, sehingga dapat dipastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menjadi solusi efektif dalam membantu pekerja atau petugas K3 dalam mengakses regulasi yang relevan secara efisien.

# DAFTAR PUSTAKA

Ahadi, R., Safaat Harahap, N., Fikry, M., & Kurnia, F. (2025). Retrieval- Augmented Generation in a Web-Based Question Answering System for Fiqh Books. *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering*, *5*(2), 626–635. https://doi.org/10.30811/jaise.v5i2.7005

Beheshti, A., Yang, J., Sheng, Q. Z., Benatallah, B., Casati, F., Dustdar, S., Nezhad, H. R. M., Zhang, X., & Xue, S. (2023). *ProcessGPT: Transforming Business Process Management with Generative Artificial Intelligence*. <http://arxiv.org/abs/2306.01771>

Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert- Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., … Amodei, D. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners*. <http://arxiv.org/abs/2005.14165>

Hidayah, P., & Kamali Zaman, M. (2022). Science Midwifery Implementation of Occupational Safety and Health (K3) Inspection as a Work Accident Prevention Effort in Palm Oil Factory, Kampar Regency, Riau Province A R T I C L E I N F O ABSTRACT. In *Science Midwifery* (Vol. 10, Issue 3).

Online. [www.midwifery.iocspublisher.org](http://www.midwifery.iocspublisher.org/)

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2021a).

*Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks*. <http://arxiv.org/abs/2005.11401>

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2021b).

*Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks*. <http://arxiv.org/abs/2005.11401>

Gayathri Devi., K, Siranjeevi., S, Rupeshwar., & T, Oviya. (2024). Minebot: Chatbot to Respond to Text Queries Pertaining to Various Acts, Rules, And Regulations Applicable to Mining Industries. *International Journal of Research Publication and Reviews*, *5*(3), 4317–4325. https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0324.07107

M Teguh, P. (2018). *Unified Modeling Language (UML) Model Untuk Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web*.

Ranjit, M., Ganapathy, G., Manuel, R., & Ganu, T. (2023). *Retrieval Augmented Chest X-Ray Report Generation using OpenAI GPT models*. <http://arxiv.org/abs/2305.03660>

Sharifi, A., Zibaei, A., & Rezaei, M. (2021). A deep learning based hazardous materials (HAZMAT) sign detection robot with restricted computational resources. *Machine Learning with Applications*, *6*, 100104. https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100104

Silvanie, A., & Subekti, R. (2022). APLIKASI CHATBOT UNTUK FAQ AKADEMIK DI IBI-K57 DENGAN LSTM DAN PENYEMATAN KATA.

*Jurnal Informatika Dan Komputer) Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, *5*(1). https://doi.org/10.33387/jiko

Strohmeier, Stefan. (2022). *Handbook of research on artificial intelligence in human resource management*. Edward Elgar Publishing.

Ulzheimer, L., Kanzinger, A., Ziegler, A., Martin, B., Zender, J., Römhild, A., & Leyhe, C. (2021). Barriers in times of digital teaching and learning – a german case study: Challenges and recommendations for action. *Journal of Interactive Media in Education*, *2021*(1). https://doi.org/10.5334/jime.638

Vargas Saputra, T., Harlina, T., Studi, P., Informatika, M., Pgri Banyuwangi, S., & Korespondensi, P. (2025). *Penerapan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Pada STIKOM PGRI Banyuwangi*. *6*(1). https://doi.org/10.31284/j.kernel.2025.v6i1.7804

Yenduri, G., M, R., G, C. S., Y, S., Srivastava, G., Maddikunta, P. K. R., G, D. R.,

Jhaveri, R. H., B, P., Wang, W., Vasilakos, A. V., & Gadekallu, T. R. (2023). *Generative Pre-trained Transformer: A Comprehensive Review on Enabling Technologies, Potential Applications, Emerging Challenges, and Future Directions*. <http://arxiv.org/abs/2305.10435>