

**SISTEM PENJAWAB TAFSIR AL-QUR'AN BERBASIS
HYBRID SPARSE-DENSE RETRIEVAL DAN RETRIEVAL
AUGMENTED GENERATION: STUDI KASUS TAFSIR IBN
KATHIR**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

ABDUL MAJID RIDWAN TYASTONOATMAJA
22.11.4905

Kepada

FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

2025

**SISTEM PENJAWAB TAFSIR AL-QUR'AN BERBASIS
HYBRID SPARSE-DENSE RETRIEVAL DAN RETRIEVAL
AUGMENTED GENERATION: STUDI KASUS TAFSIR IBN
KATHIR**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

ABDUL MAJID RIDWAN TYASTONOATMAJA

22.11.4905

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**SISTEM PENJAWAB TAFSIR AL-QUR'AN BERBASIS HYBRID
SPARSE-DENSE RETRIEVAL DAN RETRIEVAL AUGMENTED
GENERATION: STUDI KASUS TAFSIR IBN KATHIR**

yang disusun dan diajukan oleh

Abdul Majid Ridwan Tyastonoatmaja

22.11.4905

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 21 Januari 2026

Dosen Pembimbing,



Dr. Hartatik, S.T., M.Cs.

NIK. 190302232

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**SISTEM PENJAWAB TAFSIR AL-QUR'AN BERBASIS HYBRID
SPARSE-DENSE RETRIEVAL DAN RETRIEVAL AUGMENTED
GENERATION: STUDI KASUS TAFSIR IBN KATHIR**

yang disusun dan diajukan oleh

Abdul Majid Ridwan Tyastonoatmaja

22.11.4905

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 21 Januari 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Ahmad Sa'di, S.Kom, M.Eng
NIK. 190302459

Novi Prisma Yunita, M.Kom
NIK. 190302526

Dr. Hartatik, S.T., M.Cs.
NIK. 190302232



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 26 Januari 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Abdul Majid Ridwan Tyastonoatmaja
NIM : 22.11.4905

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

SISTEM PENJAWAB TAFSIR AL-QUR'AN BERBASIS HYBRID SPARSE-DENSE RETRIEVAL DAN RETRIEVAL AUGMENTED GENERATION: STUDI KASUS TAFSIR IBN KATHIR

Dosen Pembimbing : Dr. Hartatik, S.T., M.Cs.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 26 Januari 2026

Yang Menyatakan,



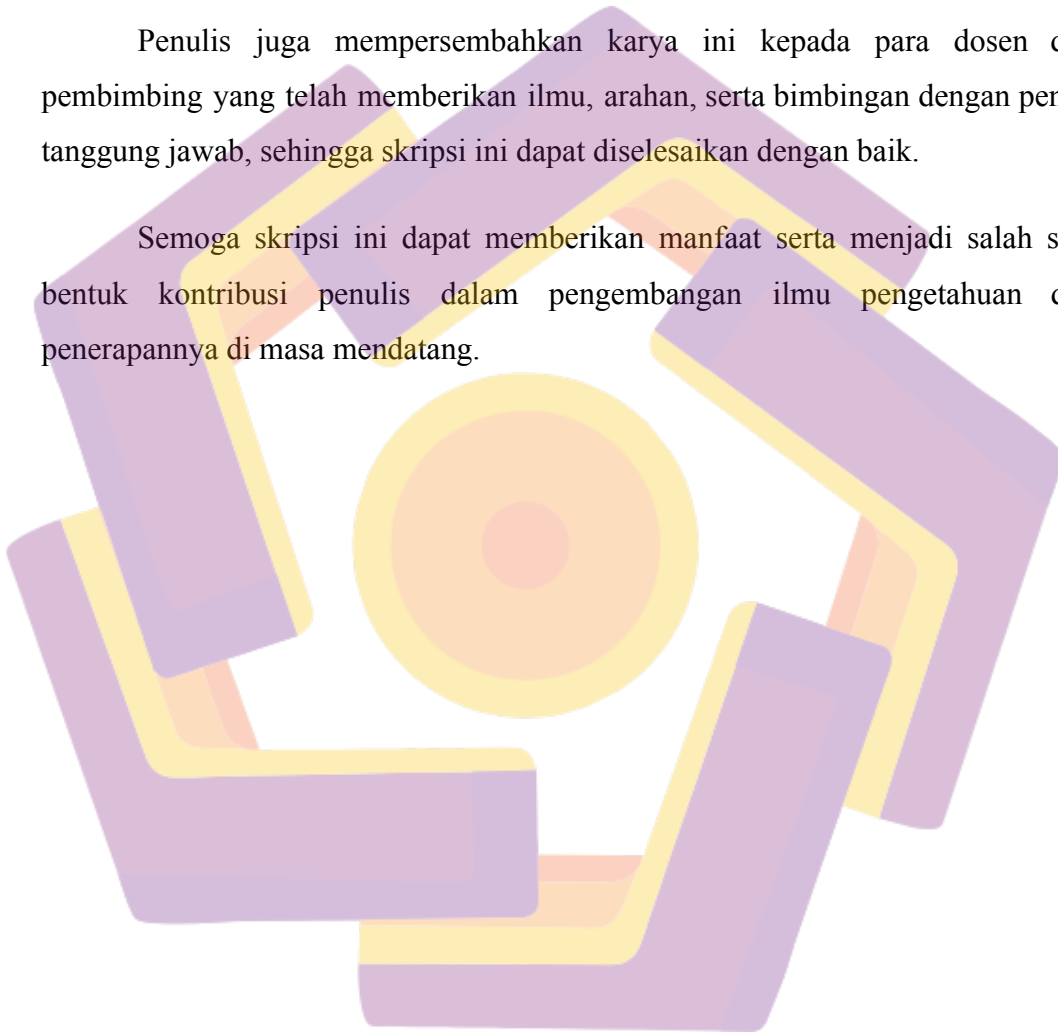
Abdul Majid Ridwan Tyastonoatmaja

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, serta pengorbanan yang tulus selama proses pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mempersembahkan karya ini kepada para dosen dan pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan, serta bimbingan dengan penuh tanggung jawab, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi salah satu bentuk kontribusi penulis dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan penerapannya di masa mendatang.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul *“Sistem Penjawab Tafsir Al-Qur’an Berbasis Hybrid Sparse-Dense Retrieval dan Retrieval Augmented Generation: Studi Kasus Tafsir Ibn Kathir”* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing atas bimbingan dan arahan yang diberikan, Tim Dosen Penguji atas masukan dan saran yang membangun, seluruh dosen program studi atas ilmu yang telah diberikan, serta orang tua dan keluarga atas doa dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 26 Januari 2026

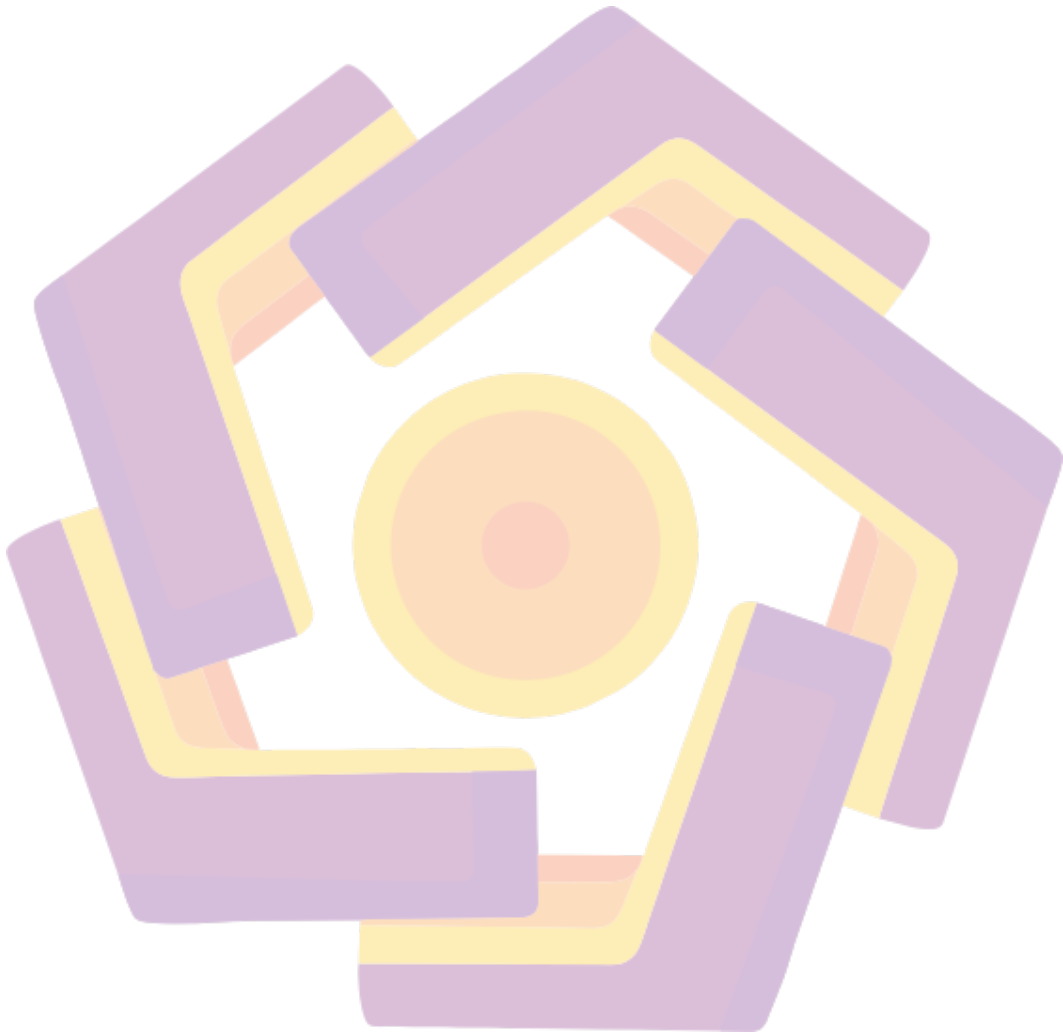
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.5.1 Manfaat Teknis	6
1.5.2 Manfaat Non-Teknis	7
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Studi Literatur	10
2.1.1 Justifikasi Metode Hybrid Sparse-Dense Retrieval	10
2.1.2 Justifikasi Pemilihan Model Embedding Multilingual	11
2.1.3 Justifikasi Domain dan Pemilihan LLM	11
2.1.4 Perbandingan dan Pembaharuan dari Literatur Terdahulu	12
2.2 Dasar Teori	16
2.2.1 Information Retrieval (IR)	16
2.2.1.1 Sparse Retrieval (BM25)	17
2.2.1.2 Dense Retrieval (E5 Large Multilingual)	21
2.2.1.3 Hybrid Sparse-Dense Retrieval	24
2.2.2 Retrieval-Augmented Generation (RAG)	27

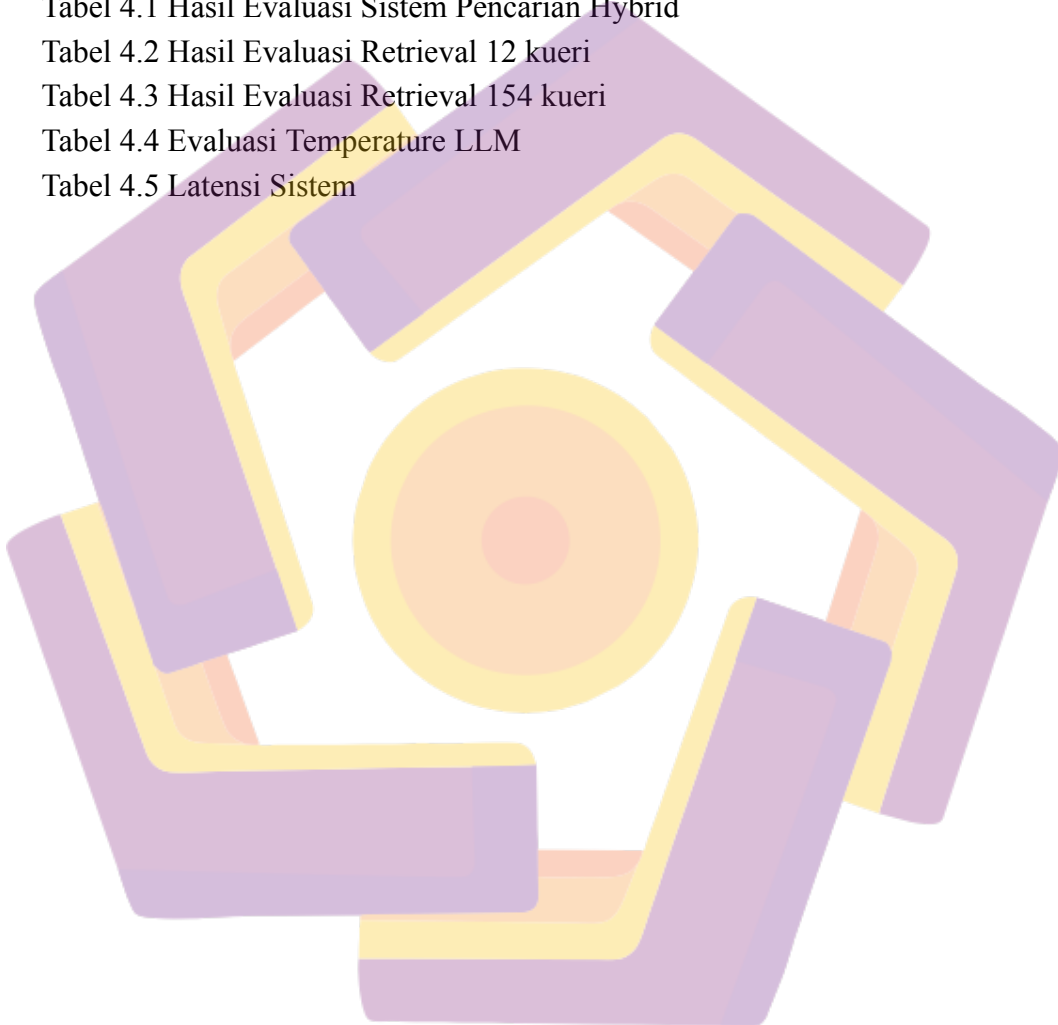
2.2.2.1 Konsep RAG	29
2.2.2.2 Model Generatif: LLaMA 3.2 3B	31
2.2.3 Evaluasi Sistem	32
2.2.3.1 Metrik Retrieval	33
2.2.3.2 Metrik RAG	35
2.2.3.3 Metrik Sistem	38
2.2.4 Tafsir Al-Qur'an dan Tafsir Ibn Kathir	39
2.2.4.1 Karakteristik Teks Tafsir Ibnu Katsir	39
2.2.4.2 Relevansi IR dan RAG pada Studi Kasus Tafsir	40
2.2.4.3 Struktur Dataset	41
2.2.5 Preprocessing Teks Bilingual (Inggris-Arab)	41
2.2.5.1 Karakteristik Teks Bilingual	42
2.2.5.2 Normalisasi Teks Arab	42
2.2.5.3 Pembersihan Teks Inggris	43
2.2.5.4 Penanganan Metadata	43
2.2.5.5 Kolom Baru untuk Sparse Retrieval (text_clean)	44
2.2.5.6 Dampak Preprocessing pada IR & RAG	44
2.2.5.6.1 Dampak pada Information Retrieval (IR)	45
2.2.5.6.2 Dampak pada Sistem RAG	45
2.2.5.6.3 Pengaruh pada Kasus Tafsir Ibnu Katsir	46
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1 Objek Penelitian	47
3.2 Alur Penelitian	49
3.2.1 Kebaruan dan Kontribusi Penelitian	57
3.3 Alat dan Bahan	58
3.3.1 Data Penelitian	58
3.3.2 Alat dan Instrumen Penelitian	59
3.3.2.1 Perangkat Keras	59
3.3.2.2 Perangkat Lunak dan Lingkungan Pengembangan	60
3.3.2.3 Library dan Framework Pemrosesan Data & Model	61
3.3.2.4 Model dan Teknik yang Digunakan	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Gambaran Umum Pengujian Sistem	64
4.2 Hasil Evaluasi Kinerja Metode Retrieval	64
4.3 Evaluasi Performa Sistem RAG	70
4.4 Evaluasi Waktu Respons (Latensi) Sistem	72
4.5 Implementasi Prototipe Sistem	75

4.6 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	78
BAB V PENUTUP	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	84
REFERENSI	86
LAMPIRAN	88



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian	13
Tabel 3.1. Spesifikasi Perangkat Keras Penelitian	59
Tabel 3.2. Perangkat Lunak dan Lingkungan Pengembangan	60
Tabel 3.3. Library dan Framework yang Digunakan	61
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi Sistem Pencarian Hybrid	66
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Retrieval 12 kueri	67
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Retrieval 154 kueri	68
Tabel 4.4 Evaluasi Temperature LLM	70
Tabel 4.5 Latensi Sistem	72

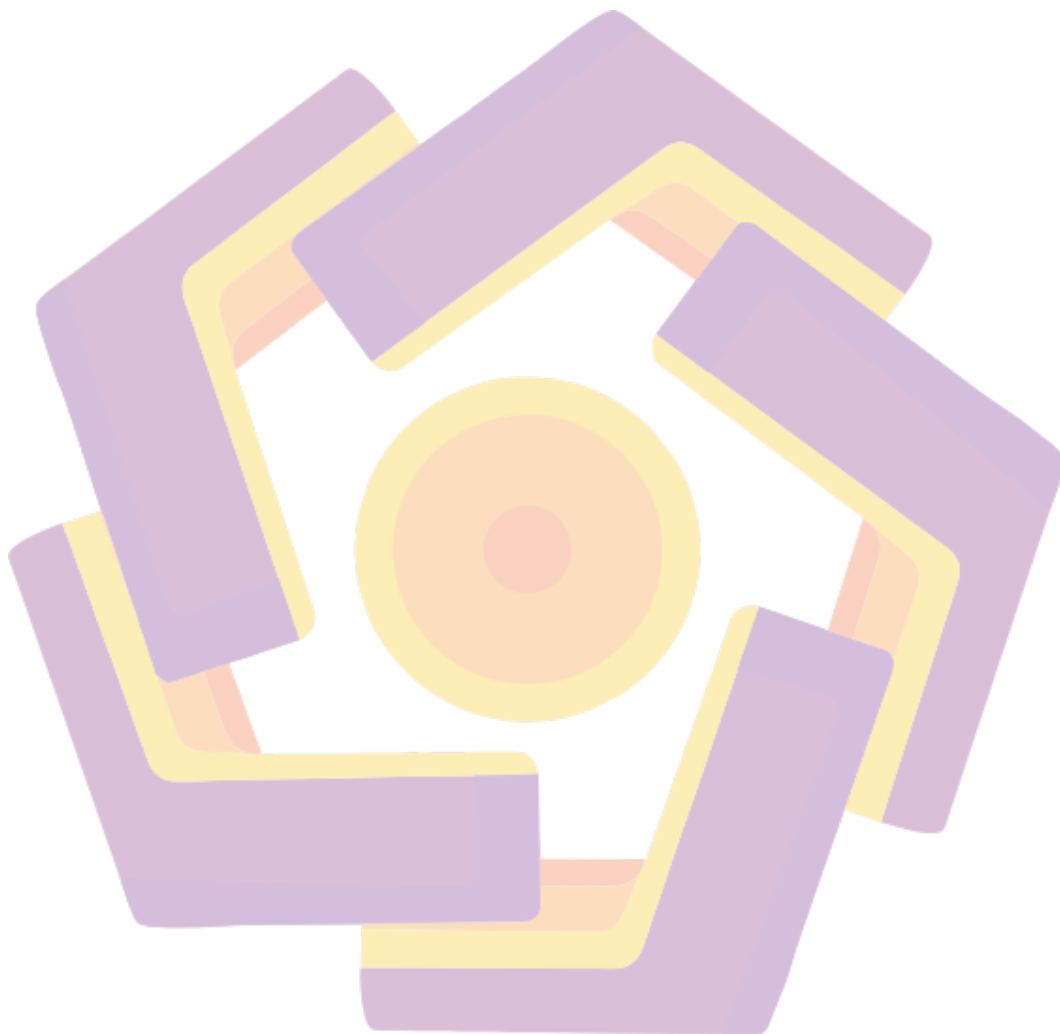


DAFTAR GAMBAR

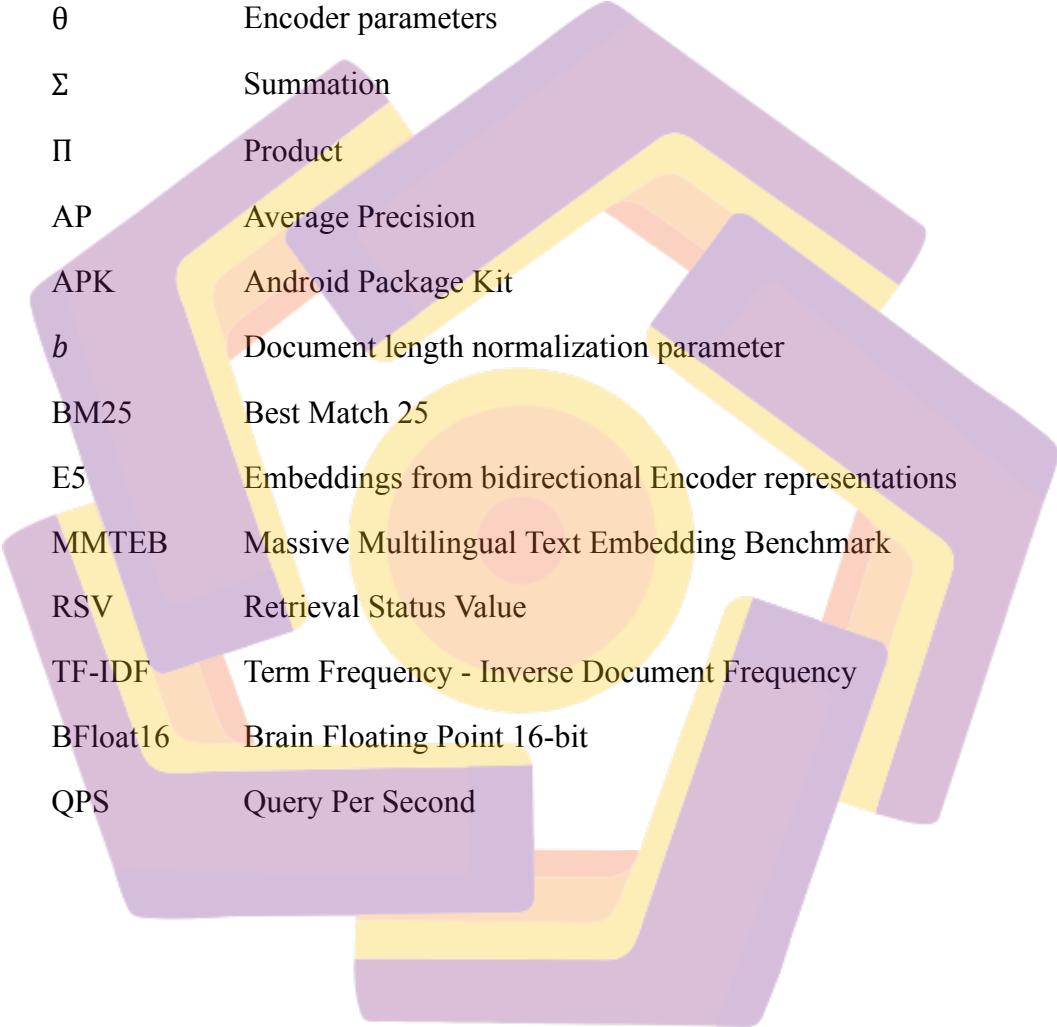
Gambar 2.1. Diagram Sparse Retrieval	20
Gambar 2.2. Representasi Ruang Vektor pada Dense Retrieval	23
Gambar 2.3. Diagram Pipeline Hybrid	26
Gambar 2.4. Diagram Pipeline RAG	28
Gambar 3.1 Alur Penelitian (a)	51
Gambar 3.2 Alur Penelitian (b)	56
Gambar 4.1 Heatmap Parameter Tuning BM25	65
Gambar 4.2 Perbandingan 12 dengan 154 kueri	69
Gambar 4.3 Stabilitas Metrik terhadap Perubahan Temperature	71
Gambar 4.4 Latensi Sistem	73
Gambar 4.5 Tampilan awal antarmuka chatbot RAG berbasis Streamlit.	76
Gambar 4.6 Antarmuka fitur penyaringan surah dan ayat	76
Gambar 4.7 Contoh interaksi pengguna dan visualisasi konteks tafsir	77
Gambar 4.8 Perbandingan Performa Retrieval: Hybrid vs Baseline	78
Gambar 4.9 Perbandingan Efisiensi Latensi antar Model LLM	79
Gambar 4.10 Stabilitas Performa terhadap Variasi Temperature	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Sampel Data Mentah	89
Lampiran 2: Sampel Data Hasil Prapemrosesan	89



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



@k	At rank k
α	Weight fusion parameter
τ	Temperature parameter
θ	Encoder parameters
Σ	Summation
Π	Product
AP	Average Precision
APK	Android Package Kit
b	Document length normalization parameter
BM25	Best Match 25
E5	Embeddings from bidirectional Encoder representations
MMTEB	Massive Multilingual Text Embedding Benchmark
RSV	Retrieval Status Value
TF-IDF	Term Frequency - Inverse Document Frequency
BFloat16	Brain Floating Point 16-bit
QPS	Query Per Second

DAFTAR ISTILAH

Halusinasi	Kecenderungan model bahasa besar (seperti AI) untuk mengarang informasi yang terdengar benar padahal salah
Ground Truth	Data atau jawaban yang sudah dipastikan kebenarannya secara objektif untuk digunakan sebagai standar pembandingan.
Munasabah	Ilmu yang mempelajari hubungan logika dan keterkaitan antara satu ayat dengan ayat lainnya dalam Al-Qur'an.
Abridged	Versi buku atau dokumen yang sudah diringkas tanpa menghilangkan inti sarinya.
Hermeneutis	Ilmu atau metode yang berkaitan dengan cara menafsirkan makna mendalam dari sebuah teks, terutama teks kuno atau suci.
Polysemy	Kondisi di mana satu kata yang sama memiliki banyak arti yang berbeda tergantung pada kalimatnya.
Kuantisasi	Teknik memadatkan ukuran AI agar lebih kecil dan ringan sehingga bisa berjalan di komputer biasa atau HP.
Throughput	Jumlah pertanyaan atau tugas yang mampu diselesaikan oleh sistem dalam satu satuan waktu tertentu.
Embedding	Proses mengubah kata atau kalimat menjadi kumpulan angka koordinat agar komputer bisa memahami maknanya.
Sparse	Representasi data berdimensi tinggi yang mayoritas elemennya bernilai nol.
Dense	Representasi data berupa vektor bernilai kontinu dengan hampir seluruh elemennya terisi.
Lexical	pendekatan yang menilai teks berdasarkan kesesuaian kata secara literal.
Semantic	pendekatan yang menilai teks berdasarkan kesamaan makna konseptual.

INTISARI

Masyarakat Muslim awam mengalami kesulitan dalam memahami tafsir Al-Qur'an klasik, khususnya *Tafsir Ibn Kathir*, akibat kompleksitas bahasa Arab klasik, besarnya volume teks, serta rendahnya literasi membaca di era digital. Kondisi ini membatasi akses terhadap pengetahuan keislaman yang kredibel dan memperlebar kesenjangan antara sumber rujukan klasik dan kebutuhan informasi masyarakat modern yang menuntut kecepatan serta kemudahan akses.

Penelitian ini mengembangkan sistem penjawab tafsir Al-Qur'an berbasis *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) dengan pendekatan *Hybrid Sparse-Dense Retrieval*. Metode yang digunakan mengombinasikan algoritma BM25 untuk pencocokan leksikal dan model embedding E5 Large Multilingual untuk menangkap kesamaan semantik lintas bahasa, dengan model bahasa Llama 3.2 3B sebagai penyusun jawaban. Evaluasi sistem dilakukan menggunakan metrik Mean Average Precision (MAP), Normalized Discounted Cumulative Gain (nDCG), BERTScore, serta pengukuran latensi respons.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi hybrid dengan bobot seimbang ($\alpha = 0,5$) menghasilkan performa terbaik dengan nilai nDCG@10 sebesar 0,94 (leksikal) dan 0,99 (semantik). Sistem mampu menghasilkan jawaban yang relevan dengan sumber tafsir dan latensi rata-rata 5,93 detik. Penelitian ini berkontribusi pada penerapan kecerdasan buatan di bidang studi keislaman dan dapat dimanfaatkan oleh institusi pendidikan serta masyarakat umum untuk meningkatkan literasi digital keagamaan.

Kata kunci: Hybrid Retrieval, Retrieval-Augmented Generation, Sistem Tanya Jawab Tafsir Al-Qur'an, Tafsir Ibn Kathir, NLP Keislaman.

ABSTRACT

Lay Muslim communities face difficulties in understanding classical Qur'anic exegesis, particularly Tafsir Ibn Kathir, due to the complexity of classical Arabic, the large volume of text, and declining reading literacy in the digital era. This condition limits access to authoritative Islamic knowledge and widens the gap between classical sources and modern information needs.

This study develops a Qur'anic tafsir question-answering system based on Retrieval-Augmented Generation (RAG) using a Hybrid Sparse-Dense Retrieval approach. The method integrates BM25 for lexical matching and the E5 Large Multilingual embedding model for semantic retrieval, with the Llama 3.2 3B language model generating source-grounded answers. System performance is evaluated using MAP, nDCG, BERTScore, and response latency.

The results show that the balanced hybrid configuration ($\alpha = 0.5$) achieves optimal performance, with nDCG@10 scores of 0.94 for lexical relevance and 0.99 for semantic relevance, and an average end-to-end latency of 5.93 seconds. This research contributes to the application of artificial intelligence in Islamic studies and supports the enhancement of digital religious literacy.

Keyword: Hybrid Retrieval, Retrieval-Augmented Generation, Qur'anic Tafsir Question Answering, Tafsir Ibn Kathir, Islamic NLP.