

LAPORAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI *HYBRID RETRIEVAL* DENGAN METODE *WEIGHTED RECIPROCAL RANK FUSION* PADA *CHATBOT* AKADEMIK



M. Vicky Mosafan
NIM. 2210671042

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER
2026**

LAPORAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI *HYBRID RETRIEVAL* DENGAN METODE *WEIGHTED RECIPROCAL RANK FUSION* PADA *CHATBOT* AKADEMIK

Disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan
Strata Satu (S-1) Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Jember



Oleh:
M. Vicky Mosafan
NIM. 2210671042

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Dosen Pembimbing I : Deni Arifianto, S.Kom., M.Kom.
NPK/NIDN : 0718068103
Nama Dosen Pembimbing II : Wiwik Suharso, S.Kom., M.Kom.
NPK/NIDN : 0006097601

Sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir (TA), pada Mahasiswa:

Nama : M. Vicky Mosafan
NIM : 2210671042
Program Studi : Sistem Informasi

Bersama ini menyatakan:

Menyetujui mahasiswa tersebut diatas untuk maju dalam Sidang Tugas Akhir dengan judul:

**IMPLEMENTASI *HYBRID RETRIEVAL* DENGAN METODE
WEIGHTED RECIPROCAL RANK FUSION PADA *CHATBOT*
AKADEMIK**

Jember, 17 Juli 2026

Pembimbing I



Deni Arifianto, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0718068103

Pembimbing II



Wiwik Suharso, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0006097601

Mengetahui

Ketua Program Studi Sistem Informasi



Deni Arifianto, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0718068103

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI HYBRID RETRIEVAL DENGAN METODE WEIGHTED RECIPROCAL RANK FUSION PADA CHATBOT AKADEMIK

Oleh:

M. Vicky Mosafan
2210671042

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang Tugas Akhir tanggal sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapat gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
di

Universitas Muhammadiyah Jember

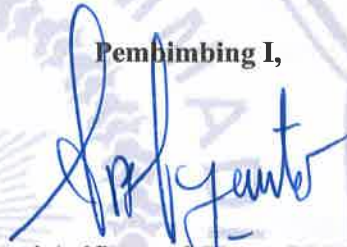
Disetujui Oleh:

Penguji I,



Nanda Kurnia Wardati, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0715109401

Pembimbing I,



Deni Arifianto, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0718068103

Penguji II,



Ari Eko Wardoyo, ST., M.Kom.
NIDN. 0014027501

Pembimbing II,



Wiwik Suharso, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0006097601

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Irs Muhtar, ST., MT., IPM.
NIDN. 0010067301

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sistem Informasi,



Deni Arifianto, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0718068103

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Vicky Mosafan

NIM : 2210671042

Program Studi : Sistem Informasi

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul "**IMPLEMENTASI *HYBRID RETRIEVAL* DENGAN METODE *WEIGHTED RECIPROCAL RANK FUSION* PADA *CHATBOT AKADEMIK***" adalah benar-benar hasil karya saya sendiri (kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sebelumnya) dan belum pernah diajukan pada institusi manapun.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dan tekanan dari pihak manapun. Saya siap bertanggung jawab dan bersedia menerima sanksi apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



M. Vicky Mosafan

NIM. 2210671042

PRAKATA

1. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "IMPLEMENTASI *HYBRID RETRIEVAL* DENGAN METODE *WEIGHTED RECIPROCAL RANK FUSION* PADA *CHATBOT AKADEMIK*" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sistem Informasi di Universitas Muhammadiyah Jember. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:
 2. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, kemudahan, serta kelancaran dalam setiap proses penyusunan tugas akhir ini.
 3. Ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Moch. Musleh dan Ibu Yatik. Terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah berkurang, doa yang tidak pernah putus, serta segala pengorbanan yang tidak akan pernah mampu terbalaskan. Di balik setiap langkah dan pencapaian penulis, terdapat perjuangan, kerja keras, dan keikhlasan Bapak dan Ibu yang selalu menguatkan. Terima kasih telah menjadi tempat pulang terbaik, sumber semangat terbesar, dan alasan penulis untuk terus berjuang hingga sampai pada titik ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Bapak dan Ibu.
 4. Bapak Prof.Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
 5. Bapak Deni Arifianto, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
 6. Bapak Deni Arifianto, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Wiwik Suharso, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan dengan baik.

7. Ibu Nanda Kurnia Wardati, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ari Eko Wardoyo, ST., M.Kom., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta bimbingan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.
9. Kepada kakak tercinta, Risma Yunia Ferdani, penulis mengucapkan terima kasih atas segala doa, perhatian, dukungan, semangat, serta motivasi yang selalu diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan hingga proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, memberikan nasihat, dan selalu mendukung setiap langkah penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kepada seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Miftahul Dwi Arinanda Lestika, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah menjadi bagian dari perjalanan penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Terima kasih atas segala doa, dukungan, perhatian, semangat, waktu, serta kesabaran yang selalu diberikan kepada penulis. Kehadiran, motivasi, dan bantuan yang diberikan menjadi salah satu penyemangat bagi penulis untuk terus berjuang hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
11. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh teman-teman Program Studi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Jember yang telah menjadi bagian dari perjalanan selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kerja sama, dukungan, motivasi, serta berbagai pengalaman dan kenangan yang telah dilalui bersama hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga tali silaturahmi dan persahabatan yang telah terjalin tetap terjaga dengan baik di masa yang akan datang.

Jember, 17 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Chatbot</i>	6
2.2 <i>Information Retrieval System</i>	7
2.3 <i>Lexical Retrieval (BM25)</i>	7
2.4 <i>Semantic Retrieval</i>	9
2.5 <i>Retrieval-Augmented Generation (RAG)</i>	10
2.6 <i>Hybrid Retrieval</i>	11
2.7 <i>Reciprocal Rank Fusion (RRF)</i>	12
2.8 <i>Redis Caching</i>	14
2.9 <i>Confusion Matrix</i>	14
2.10 <i>Recall</i>	15
2.11 <i>Mean Reciprocal Rank (MRR)</i>	16
2.12 Penelitian Terdahulu	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.2 Tahapan Penelitian	20
3.3 Analisis Kebutuhan Sistem	22
3.4 Pengumpulan Data dan Datasets	24
3.4.1 Sumber Data.....	24
3.4.2 Preprocessing Dokumen.....	25
3.5 Perancangan Sistem	26
3.5.1 Perancangan Arsitektur <i>Hybrid Retrieval System</i>	26
3.5.2 Alur <i>Query Chatbot</i>	27
3.6 Implementasi Sistem.....	32
3.6.1 Implementasi <i>Hybrid Retrieval</i>	32
3.6.2 Implementasi <i>Weighted Reciprocal Rank Fusion (wRRF)</i>	33

3.6.3	Implementasi <i>AI Agent</i> dan <i>Retrieval-Augmented Generation</i> (RAG)	33
3.6.4	Implementasi <i>Redis Cache</i> dan <i>Chat Memory</i>	33
3.7	Pengujian dan Evaluasi Sistem	34
3.7.1	Skenario Pengujian	35
3.7.2	Metriks Evaluasi	35
3.7.3	<i>Ground Truth</i>	36
3.7.4	Prosedur Pengujian	37
3.7.5	Analisis Hasil dan Validasi	37
3.8	Lingkungan Eksperimen	37
3.8.1	Perangkat Keras	38
3.8.2	Perangkat Lunak dan Teknologi	38
3.8.3	Parameter Sistem	39
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Hasil Implementasi Sistem	41
4.1.1	Deskripsi Datasets Akademik	41
4.1.2	Hasil <i>Preprocessing</i> Dokumen	42
4.1.3	Implementasi Antarmuka Sistem <i>Chatbot</i>	46
4.1.4	Implementasi Arsitektur <i>Pipeline Hybrid Retrieval</i>	47
4.1.5	Implementasi Parameter Sistem	53
4.2	Analisis Penggunaan <i>Weighted Reciprocal Rank Fusion</i> (wRRF) pada Hybrid Retrieval	55
4.2.1	Analisis Keterbatasan RRF pada Hybrid Retrieval	56
4.2.2	Pengembangan Metode <i>Weighted Reciprocal Rank Fusion</i> (wRRF)	57
4.2.3	Analisis Perbandingan Hasil Pemeringkatan RRF dan wRRF	58
4.2.4	Analisis Perbandingan Hasil Pemeringkatan Retrieval Metrics	59
4.3	Hasil Pengujian <i>Retrieval</i> Berdasarkan 3 Skenario	60
4.3.1	Skenario 1 – <i>Semantic Retrieval</i> + <i>BM25 Reranking</i>	60
4.3.2	Skenario 2 – Hybrid Retrieval + RRF	64
4.3.3	Skenario 3 – <i>Hybrid Retrieval</i> dengan <i>Weighted RRF</i>	67
4.3.4	Perbandingan Ketiga Skenario	70
4.4	Hasil Pengujian Waktu Respons Sistem	73
4.3.1	Kondisi <i>Cache Miss</i>	73
4.3.2	Kondisi <i>Cache Hit</i>	74
BAB 5	PENUTUP	76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		80
BIODATA PENULIS		98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	22
Gambar 3.2 Arsitektur Hybrid Retrieval.....	27
Gambar 3.4 User Query	28
Gambar 3.5 Redis Cache Layer	28
Gambar 3.6 Prepare Search Data	29
Gambar 3.7 Hybrid Retrieval.....	30
Gambar 3.8 AI Agent & Generation.....	30
Gambar 3.9 Store Respons Cache.....	31
Gambar 3.10 Evaluasi & Metrics.....	32
Gambar 4.1 Route by File Type.....	42
Gambar 4.2 Ekstraksi Teks	43
Gambar 4.3 Pembersihan Teks	43
Gambar 4.4 Pembentukan Metadata Dokumen	44
Gambar 4.5 Chunking	44
Gambar 4.6 Pembentukan Embedding.....	45
Gambar 4.7 Penyimpanan pada Database Vektor.....	46
Gambar 4.8 Tampilan Halaman Utama	47
Gambar 4.9 Normalize Query.....	48
Gambar 4.10 Redis Cache – HIT	48
Gambar 4.11 Redis Cache - MISS	49
Gambar 4.12 Prepare Search Data	49
Gambar 4.13 Semantic Retrieval	50
Gambar 4.14 Semantic Retrieval (embedding).....	50
Gambar 4.15 BM25 Reranking.....	51
Gambar 4.16 Hybrid Merge & Rank.....	52
Gambar 4.17 Save to Redis Cache with 1 hour	52
Gambar 4.18 Fetch Ground Truth.....	53
Gambar 4.19 Calculate Retrieval Metrics	53
Gambar 4.20 Store Metrics to DB.....	53
Gambar 4.21 Kondisi Cache Miss	73
Gambar 4.22 Kondisi Cache Hit.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3.1 Parameter Sistem.....	39
Tabel 4. 1 Semua Jenis Datasets	41
Tabel 4.2 Parameter Sistem.....	54
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan RRF.....	56
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan wRRF.....	57
Tabel 4.5 Perbandingan Peringkat dan Skor RRF dengan wRRF	58
Tabel 4.6 Perbandingan Kontribusi Retrieval Metrics.....	59
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Retrieval Skenario	61
Tabel 4.8 Perbandingan Metrik Berbasis Keyword Matching dan Semantic Matching pada Skenario 1.....	63
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Retrieval Skenario 2	64
Tabel 4.10 Perbandingan Metrik Keyword Matching dan Semantic Matching pada Skenario 2	66
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Retrieval Skenario 3	67
Tabel 4.12 Perbandingan Metrik Berbasis Keyword Matching dan Semantic Matching pada Skenario 3.....	69
Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Pengujian 3 Skenario.....	70
Tabel 4.14 Ringkasan Perbandingan Kinerja Skenario 1 dan Skenario 2.....	71
Tabel 4.15 Perbandingan kedua kondisi	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ground Truth	80
Lampiran 2. Retrieval Metrics Reciprocal Rank Fusion.....	87
Lampiran 3. Retrieval Metrics Weighted Reciprocal Rank Fusion	89
Lampiran 4. Output Reciprocal Rank Fusion	90
Lampiran 5. Output Weighted Reciprocal Rank Fusion.....	93
Lampiran 6. Implementasi Sistem Chatbot Akademik	97

