

**PENDEKATAN *MULTI-STAGE HYBRID RETRIEVAL*
DENGAN *NEURAL RE-RANKING* DAN *CONTEXT
VALIDATION* UNTUK SISTEM *RETRIEVAL-AUGMENTED
GENERATION (RAG)* TIAS (*THE INDONESIAN AID
SCHOLARSHIP*)**



TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Komputer (M.Kom)

SUHARYADI

14240001

Program Studi Informatika (S2)

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Nusa Mandiri

Jakarta

2026

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Suharyadi
NIM : 14240001
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Artificial Intelligence (AI) and Blockchain*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang saya susun dengan judul “**Pendekatan *Multi-stage Hybrid Retrieval* dengan *Neural Re-ranking* dan *Context Validation* untuk Sistem *Retrieval-Augmented Generation (RAG)* TIAS (The Indonesian AID Scholarship)**” merupakan hasil karya saya sendiri.

Seluruh sumber, baik yang dikutip maupun yang dirujuk dalam tesis tersebut, telah dicantumkan dan dinyatakan dengan benar sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah. Tesis ini juga belum pernah diterbitkan, dipublikasikan, atau diajukan dalam bentuk apa pun untuk memperoleh gelar akademik pada perguruan tinggi atau institusi lain.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, terdapat unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan termasuk pencabutan atau pembatalan kelulusan dan gelar akademik yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dalam keadaan sadar, dan tanpa adanya paksaan dari pihak mana pun.

Jakarta, 31 Juli 2026

Yang menyatakan,



Suharyadi

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Suharyadi
NIM : 14240001
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Artificial Intelligence (AI) and Blockchain*

Dalam rangka mendukung pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini saya memberikan kepada Universitas Nusa Mandiri, **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul **“Pendekatan *Multi-stage Hybrid Retrieval* dengan *Neural Re-ranking* dan *Context Validation* untuk Sistem *Retrieval-Augmented Generation (RAG)* TIAS (*The Indonesian AID Scholarship*)”**.

Dengan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** ini, pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau bentuk-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 31 Juli 2026

Yang menyatakan,



Suharyadi

HALAMAN PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Suharyadi
NIM : 14240001
Program Studi : Informatika
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Artificial Intelligence & Blockchain*
Judul Tesis : Pendekatan Multi-Stage Hybrid Retrieval Dengan Neural Re-Ranking Dan Context Validation Untuk Sistem Retrieval-Augmented Generation (RAG) Tias (The Indonesian Aid Scholarship)

Telah dipertahankan pada periode 2026-1 dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Informatika (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 11 Agustus 2026

PEMBIMBING TESIS

Pembimbing I : Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom.



Ditandatangani Digital:
Irwansyah Saputra
2026-08-12 11:54:53

DEWAN PENGUJI

Penguji I : Dr. Kursehi Falgenti, M.Kom.



Ditandatangani Digital:
Kursehi Falgenti
2026-08-12 08:27:01

Penguji II : Dr. Linda Marlinda, M.M.,
M.Kom.



Ditandatangani Digital:
Linda Marlinda
2026-08-11 12:54:28

Penguji III /
Pembimbing I : Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom.



Ditandatangani Digital:
Irwansyah Saputra
2026-08-12 11:55:14

	LEMBAR BIMBINGAN TESIS
	UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

Nama : Suharyadi
 NIM : 14240001
 Dosen Pembimbing : Dr. Irwansyah Saputra
 Judul : Pendekatan *Multi-stage Hybrid Retrieval* dengan *Neural Re-ranking* dan *Context Validation* untuk Sistem *Retrieval-Augmented Generation (RAG)* TIAS (*The Indonesian AID Scholarship*)

No	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	2 April 2026	Bimbingan perdana	
2.	7 April 2026	Pengajuan Proposal Tesis	
3.	9 April 2026	Persetujuan Proposal Tesis	
4.	26 April 2026	Pengajuan Bab IV dan Bab V	
5.	16 Mei 2026	Persetujuan Bab IV dan Bab V	
6.	5 Juni 2026	Pengajuan Draft Paper	
7.	18 Juni 2026	Perbaikan Draft Paper	
8.	26 Juni 2026	Persetujuan dan submisi draft paper	

Catatan untuk dosen pembimbing

Bimbingan tesis

- Dimulai pada tanggal: 2 April 2026
- Diakhiri pada tanggal: 26 Juni 2026
- Jumlah pertemuan bimbingan: 8 (delapan) kali pertemuan

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing




 Ditandatangani Digital
 Irwansyah Saputra
 2026-07-26 12:00:03

(Dr. Irwansyah Saputra)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Pendekatan *Multi-stage Hybrid Retrieval* dengan *Neural Re-ranking* dan *Context Validation* untuk Sistem *Retrieval-Augmented Generation (RAG)* TIAS (*The Indonesian AID Scholarship*)”**.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom.) pada Program Studi Informatika (S2), Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri. Penyusunannya dilakukan melalui serangkaian kegiatan penelitian yang meliputi studi literatur, pengumpulan dan pengolahan dokumen, perancangan arsitektur sistem, pengembangan prototipe, serta pengujian eksperimental terhadap kinerja sistem.

Penelitian ini membahas pengembangan sistem *Retrieval-Augmented Generation* untuk mendukung layanan informasi pada program *The Indonesian AID Scholarship* (TIAS). Pendekatan yang dikembangkan mengintegrasikan *hybrid retrieval*, *neural re-ranking*, dan *context validation* dalam suatu alur pemrosesan bertahap. Integrasi tersebut ditujukan untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam menemukan informasi yang relevan, menempatkan konteks yang paling sesuai pada peringkat teratas, serta memastikan kecukupan bukti sebelum jawaban dihasilkan.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, bantuan, serta kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Mandiri, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan pada Program Studi Informatika (S2).
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri, atas dukungan terhadap penyelenggaraan proses akademik selama penulis menempuh pendidikan.
3. Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri, atas dukungan dan fasilitas akademik yang diberikan selama pelaksanaan studi dan penyusunan tesis.
4. Ketua Program Studi Informatika (S2) Universitas Nusa Mandiri, atas arahan, dukungan akademik, dan pelayanan yang diberikan selama penulis mengikuti proses perkuliahan hingga penyelesaian tesis.
5. Bapak Dr. Irwansyah Saputra selaku dosen pembimbing tesis, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, koreksi, serta masukan yang sangat berarti sejak tahap perumusan penelitian, penyusunan metodologi, pengembangan sistem, pelaksanaan eksperimen, hingga penyelesaian laporan tesis.
6. Seluruh dosen Program Studi Informatika (S2), Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri, yang telah memberikan ilmu pengetahuan,

wawasan, dan pengalaman akademik yang menjadi landasan dalam pelaksanaan penelitian ini.

7. Seluruh staf akademik dan tenaga kependidikan Universitas Nusa Mandiri, yang telah memberikan bantuan administratif dan pelayanan selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan proses penyusunan tesis.
8. Pimpinan dan rekan-rekan di Lembaga Dana Kerja Sama Pembangunan Internasional (LDKPI), yang telah memberikan dukungan, masukan, informasi, serta kesempatan kepada penulis untuk memahami proses layanan informasi pada program TIAS sebagai konteks dalam penelitian ini.
9. Istri dan anak-anakku tercinta, yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dukungan moral, dan semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan dan menyelesaikan tesis ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Informatika (S2) Universitas Nusa Mandiri kelas 14.4A.10, yang telah memberikan dukungan, berbagi pengetahuan, serta menjadi rekan diskusi selama proses perkuliahan dan penyusunan tesis.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang *information retrieval*, *natural language processing*, dan *Retrieval-Augmented Generation*. Penulis juga berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan layanan informasi berbasis dokumen yang lebih akurat, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan, khususnya dalam mendukung penyelenggaraan program TIAS.

Jakarta, 31 Juli 2026

Penulis

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI



Suharyadi

ABSTRAK

Nama : Suharyadi
NIM : 14240001
Program Studi : Informatika
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Artificial Intelligence (AI) and Blockchain*
Judul : Pendekatan *Multi-stage Hybrid Retrieval* dengan *Neural Re-ranking* dan *Context Validation* untuk Sistem *Retrieval-Augmented Generation (RAG) TIAS (The Indonesian AID Scholarship)*

Sistem *Retrieval-Augmented Generation (RAG)* membutuhkan konteks relevan agar jawaban didukung bukti. Penelitian ini mengembangkan RAG TIAS melalui *pipeline multi-stage* yang mengintegrasikan BM25, FAISS, *Reciprocal Rank Fusion*, *neural re-ranking* berbasis *cross-encoder*, dan *context validation* berbasis aturan. Evaluasi menggunakan 201 chunk dan 50 query. Pada ablasi terkontrol dengan *candidate pool* tetap, *neural re-ranking* meningkatkan *Recall@10* dari 0.7639 menjadi 0.8136, *MRR@10* dari 0.6550 menjadi 0.8040, dan *Hit@10* dari 0.88 menjadi 0.94; hanya peningkatan *MRR@10* yang signifikan. *Token F1* generatif meningkat dari 0.4071 menjadi 0.4348, tetapi tidak signifikan. *Context validation* mengelompokkan 40 query sebagai OK dan 10 sebagai WEAK tanpa ABSTAIN serta tidak meningkatkan *Token F1*. Hasil menunjukkan bahwa manfaat utama *pipeline* terletak pada kualitas peringkat, sedangkan kontribusi generatif dan *context validation* perlu ditafsirkan secara terbatas.

Kata kunci : *Context Validation, Hybrid Retrieval, Neural Re-ranking, Retrieval-Augmented Generation, TIAS*

ABSTRACT

Name : Suharyadi
NIM : 14240001
Study Program : Computer Science
Level : Master's Degree (S2)
Concentration : Artificial Intelligence (AI) and Blockchain
Title : A Multi-Stage Hybrid Retrieval Approach with Neural Re-Ranking and Context Validation for the TIAS (The Indonesian AID Scholarship) Retrieval-Augmented Generation (RAG) System

Retrieval-Augmented Generation (RAG) requires relevant context to produce evidence-supported answers. This study develops a RAG system for TIAS through a multi-stage pipeline integrating BM25, FAISS, Reciprocal Rank Fusion, cross-encoder-based neural re-ranking, and rule-based context validation. Evaluation used 201 chunks and 50 queries. In a controlled ablation with a fixed candidate pool, neural re-ranking increased Recall@10 from 0.7639 to 0.8136, MRR@10 from 0.6550 to 0.8040, and Hit@10 from 0.88 to 0.94; only the MRR@10 improvement was statistically significant. Generative Token F1 increased from 0.4071 to 0.4348 but was not significant. Context validation classified 40 queries as OK and 10 as WEAK, with no ABSTAIN cases, and did not improve Token F1. The findings show that the pipeline's main benefit lies in ranking quality, while its generative and context-validation contributions should be interpreted cautiously.

Keywords: Context Validation, Hybrid Retrieval, Neural Re-Ranking, Retrieval-Augmented Generation, TIAS

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

Daftar Isi

<i>SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME.....Error!</i>	
<i>Bookmark not defined.</i>	
<i>SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</i>	<i>iii</i>
<i>PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN.....</i>	<i>iv</i>
<i>KATA PENGANTAR</i>	<i>vi</i>
<i>ABSTRAK.....</i>	<i>viii</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>ix</i>
<i>Daftar Isi.....</i>	<i>x</i>
<i>Daftar Tabel.....</i>	<i>xiii</i>
<i>Daftar Persamaan</i>	<i>xiv</i>
<i>Daftar Gambar</i>	<i>xv</i>
<i>Daftar Lampiran</i>	<i>xvi</i>
<i>Daftar Publikasi Yang Telah Dihasilkan.....</i>	<i>xvii</i>
<i>BAB I PENDAHULUAN.....</i>	<i>1</i>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.5 Sistematika Penulisan	8
<i>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</i>	<i>11</i>
2.1 Tinjauan Teori.....	11
2.1.1 Information Retrieval (IR).....	11
2.1.2 BM25 sebagai Pendekatan <i>Lexical Retrieval</i>	12
2.1.3 Dense Retrieval dan Representasi Semantik.....	12
2.1.4 Hybrid Retrieval dan Reciprocal Rank Fusion (RRF)	13
2.1.5 Neural Re-ranking.....	14
2.1.6 Retrieval-Augmented Generation (RAG).....	16
2.1.7 Context Validation dalam Sistem RAG	17
2.2 Tinjauan Penelitian Sebelumnya	19
2.3 Kerangka Konsep.....	24
<i>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</i>	<i>27</i>
3.1 Desain Penelitian	27
3.2 Objek Penelitian dan Sumber Data.....	28
3.3 Lingkungan Implementasi dan Perangkat Penelitian	29
3.4 Tahapan Penelitian	30
3.4.1 Tahap Persiapan dan <i>Ingestion</i> Dokumen.....	30
3.4.2 Tahap <i>Indexing</i> dan Representasi Dokumen.....	31

3.4.3 <i>Hybrid Retrieval</i>	32
3.4.4 <i>Neural Re-ranking</i>	34
3.4.5 <i>Context Validation</i>	35
3.4.6 Tahap Generasi Jawaban (<i>Answer Generation</i>).....	35
3.4.7 Tahap Evaluasi Eksperimental	36
3.5 Desain Eksperimen.....	36
3.5.1 Tujuan Eksperimen	37
3.5.2 Skenario Konfigurasi Sistem.....	37
3.5.3 Penyusunan <i>Query</i> Uji dan <i>Ground Truth</i>	38
3.5.4 Parameter Eksperimen	39
3.5.5 Desain Analisis Ablasi Komponen secara Terkontrol	41
3.5.6 Pendekatan Analisis Hasil.....	42
3.6 Metrik Evaluasi	42
3.6.1 <i>Recall@k</i>	44
3.6.2 <i>Mean Reciprocal Rank (MRR@k)</i>	44
3.6.3 <i>Hit@k</i>	45
3.6.4 Alasan Pemilihan <i>Recall@k</i> , <i>MRR@k</i> dan <i>Hit@k</i>	46
3.6.5 Analisis Tambahan (<i>Reliability Behavior</i>).....	47
3.7 <i>Ground Truth</i> dan Setup Evaluasi	47
3.7.1 Evaluasi <i>Retrieval</i>	49
3.7.2 Evaluasi Jawaban	50
3.7.3 Evaluasi <i>Context Validation</i>	54
3.7.4 <i>Baseline</i> dan Perbandingan Sistem	54
3.7.5 Evaluasi <i>Latency</i> dan Kompleksitas.....	55
3.8 <i>Context Validation</i>.....	56
3.9 Implementasi Prototipe Sistem.....	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Evaluasi Kinerja <i>Retrieval</i> dalam <i>Multi-Stage Pipeline</i>	64
4.2 Analisis Mendalam Pengaruh <i>Neural Re-ranking</i> terhadap <i>Ranking Quality</i>	67
4.3 <i>Context Validation</i> sebagai Mekanisme <i>Reliability Control</i>	73
4.4 Pengujian Tambahan Mekanisme ABSTAIN	75
4.5 Evaluasi Kinerja <i>Answer Generation</i> dalam Sistem RAG.....	77
4.6 Analisis Perbandingan dengan <i>Baseline LLM-Only</i>	87
4.7 Analisis Ablasi Komponen secara Terkontrol.....	90
4.7.1 Ablasi <i>Neural Re-ranking</i> pada <i>Candidate Pool</i> Tetap	90
4.7.2 Ablasi Generatif dan <i>Context Validation</i>	91
4.7.3 Sintesis Kontribusi Komponen dan Dasar Pemilihan Konfigurasi	93
4.8 Evaluasi <i>Trade-off</i> antara Akurasi dan <i>Latency</i>	95
4.9 Diskusi dan Implikasi Penelitian	99

4.10 Demonstrasi Prototipe	101
<i>BAB V</i>	107
<i>PENUTUP</i>	107
5.1 Kesimpulan	107
5.2 Saran.....	110
<i>Daftar Pustaka</i>	112
<i>Daftar Riwayat Hidup</i>	116
<i>LAMPIRAN</i>	117



Daftar Tabel

Tabel II.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel III.1. Distribusi <i>Query</i> Berdasarkan Tipe Pertanyaan.....	48
Tabel IV.1. Evaluasi Kinerja <i>Retrieval</i> Berdasarkan Kategori <i>Query</i>	65
Tabel IV.2. Perbandingan Kinerja <i>Retrieval</i>	68
Tabel IV.3. Hasil <i>Wilcoxon Signed-rank Test</i>	72
Tabel IV.4. Hasil Pengujian Tambahan Mekanisme ABSTAIN	76
Tabel IV.5. Contoh <i>Query</i> Kategori <i>Factoid</i>	81
Tabel IV.6. Contoh <i>Query</i> Kategori List	82
Tabel IV.7. Contoh <i>Query</i> Kategori <i>Multi-Condition</i>	82
Tabel IV.8. Perbandingan Kinerja <i>End-to-End Retrieval</i> dan <i>Answer Generation</i> ...	83
Tabel IV.9. Perbandingan Kinerja <i>Answer Generation</i> antara RAG dan <i>LLM-only</i> .	87
Tabel IV.10. Hasil Ablasi Neural Re-ranking pada Candidate Pool Tetap	90
Tabel IV.11. Kinerja Generatif pada Konfigurasi Ablasi Terkontrol	91
Tabel IV.12. Hasil Uji Berpasangan Token F1 pada Ablasi Terkontrol.....	92
Tabel IV.13. Ringkasan Kontribusi Komponen dan Dasar Pemilihan Konfigurasi ..	94



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

Daftar Persamaan

3.1 RRF	33
3.2 Recall@k	44
3.3 MRR@k	44
3.4 Hit@k	45
3.5 Coverage	51
3.6 Token F1	54



Daftar Gambar

Gambar II.1. Perbedaan Mekanisme <i>Bi-Encoder</i> dan <i>Cross-Encoder</i>	15
Gambar II.2. Arsitektur <i>Multi-stage Hybrid Retrieval</i> , <i>Neural Re-ranking</i> , <i>Context Validation</i> , dan <i>Answer Generation</i>	26
Gambar III.1. Perbandingan <i>Weighted Sum</i> dan <i>Reciprocal Rank Fusion</i> dalam Penggabungan Hasil <i>Retrieval</i>	33
Gambar III.2. Alur Persiapan <i>Knowledge Base</i> dan Penyusunan <i>Ground Truth</i>	39
Gambar III.3. Kerangka Evaluasi <i>Retrieval</i> , <i>Answer-to-Gold</i> , dan <i>Grounding</i>	43
Gambar III.4. Tampilan Antarmuka Prototipe Sistem RAG TIAS	63
Gambar IV.1. Perbandingan Kinerja <i>Retrieval</i>	69
Gambar IV.2. Pengaruh Nilai TOP_N_RERANK terhadap Kinerja Sistem	70
Gambar IV.3. Distribusi Hasil <i>Context Validation</i>	73
Gambar IV.4. Perbandingan <i>Latency</i> pada Setiap Tahap Sistem	96
Gambar IV.5. <i>Trade-off</i> antara Akurasi dan <i>Latency</i>	97
Gambar IV.6. Tampilan Antarmuka Prototipe, Skenario Respons OK	102
Gambar IV.7. Tampilan Antarmuka Prototipe, Skenario Respons WEAK EVIDENCE	103
Gambar IV.8. Tampilan Antarmuka Prototipe, Skenario Respons ABSTAIN	105



Daftar Lampiran

Lampiran 1. Bukti Hasil Pengecekan Plagiarisme Laporan Tesis	117
Lampiran 2. Bukti Hasil Pengecekan Plagiarisme Artikel Ilmiah	118
Lampiran 3. Bukti Submit/Publish Artikel Ilmiah.....	119



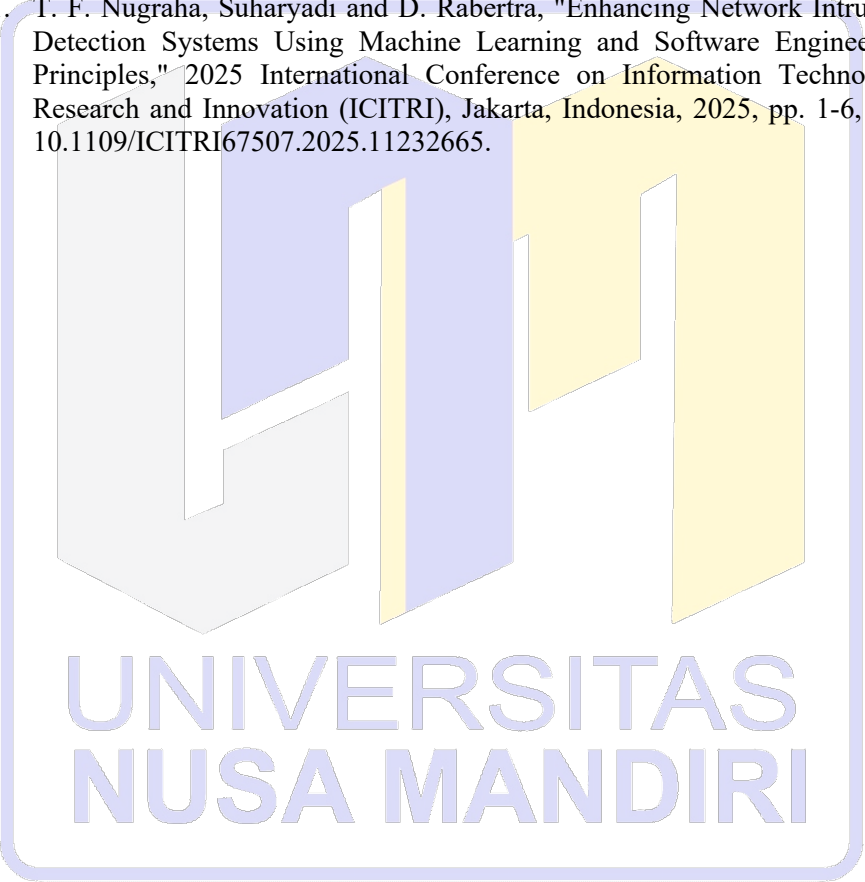
Daftar Publikasi Yang Telah Dihasilkan

Jurnal Terakreditasi Sinta 2

1. Suharyadi, & Saputra, I. (2025). Hybrid Ensemble Retrieval-Augmented Generation for Indonesian Legal Consultation with Keyword Boosting. *Journal of Novel Engineering Science and Technology*, 4(02), 71–85. <https://doi.org/10.56741/jnest.v4i02.1042>

International Conference

1. T. F. Nugraha, Suharyadi and D. Rabertra, "Enhancing Network Intrusion Detection Systems Using Machine Learning and Software Engineering Principles," 2025 International Conference on Information Technology Research and Innovation (ICITRI), Jakarta, Indonesia, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICITRI67507.2025.11232665.



UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

Daftar Pustaka

- [1] A. Vaswani *et al.*, “Attention is All you Need,” in *Advances in Neural Information Processing Systems*, Curran Associates, Inc., 2017, pp. 5998–6008.
- [2] Z. Ji *et al.*, “Survey of Hallucination in Natural Language Generation,” *ACM Comput. Surv.*, vol. 55, no. 12, pp. 1–38, Dec. 2023, doi: 10.1145/3571730.
- [3] P. Lewis *et al.*, “Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks,” in *Advances in Neural Information Processing Systems*, Curran Associates, Inc., 2020, pp. 9459–9474.
- [4] V. Karpukhin *et al.*, “Dense Passage Retrieval for Open-Domain Question Answering,” in *Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2020, pp. 6769–6781. doi: 10.18653/v1/2020.emnlp-main.550.
- [5] X. Ma, K. Sun, R. Pradeep, and J. Lin, “A Replication Study of Dense Passage Retriever,” Apr. 2021.
- [6] S. Robertson and H. Zaragoza, “The Probabilistic Relevance Framework: BM25 and Beyond,” *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, vol. 3, no. 4, pp. 333–389, 2009, doi: 10.1561/15000000019.
- [7] Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Luar Negeri Nomor 15 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Luar Negeri Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Kebijakan Pemberian Hibah Kepada Pemerintah Asing/Lembaga Asing Untuk Periode Jangka Menengah*. Indonesia, 2020, pp. 1–16.
- [8] Lembaga Dana Kerja Sama Pembangunan Internasional, “The Indonesian AID Scholarship.” Accessed: Feb. 14, 2026. [Online]. Available: <https://tias.kemenkeu.go.id/landing/>
- [9] T. Q. Sun and R. Medaglia, “Mapping the challenges of Artificial Intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare,” *Gov. Inf. Q.*, vol. 36, no. 2, pp. 368–383, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.giq.2018.09.008.
- [10] R. Nogueira and K. Cho, “Passage Re-ranking with BERT,” Apr. 2020.
- [11] Y. Gao *et al.*, “Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey,” Mar. 2024.
- [12] N. Reimers and I. Gurevych, “Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks,” Aug. 2019.
- [13] G. V. Cormack, C. L. A. Clarke, and S. Buettcher, “Reciprocal rank fusion outperforms condorcet and individual rank learning methods,” in *Proceedings of the 32nd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, New York, NY, USA: ACM, Jul. 2009, pp. 758–759. doi: 10.1145/1571941.1572114.

- [14] O. Ram *et al.*, “In-Context Retrieval-Augmented Language Models,” *Trans. Assoc. Comput. Linguist.*, vol. 11, pp. 1316–1331, Nov. 2023, doi: 10.1162/tacl_a_00605.
- [15] C. D. Manning, Prabhakar. Raghavan, and Hinrich. Schütze, *Introduction to information retrieval*. Cambridge University Press, 2009.
- [16] J. Guo *et al.*, “A Deep Look into neural ranking models for information retrieval,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 57, no. 6, p. 102067, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.ipm.2019.102067.
- [17] Ricardo Baeza-Yates and Berthier Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology Behind Search*. New York: ACM Press, 2011.
- [18] J. Johnson, M. Douze, and H. Jegou, “Billion-Scale Similarity Search with GPUs,” *IEEE Trans. Big Data*, vol. 7, no. 3, pp. 535–547, Jul. 2021, doi: 10.1109/TBDDATA.2019.2921572.
- [19] M. Douze *et al.*, “The Faiss library,” Oct. 2025.
- [20] N. Hamzah and Z. P. Putra, “Attention-Based Explainability for Cross-Lingual Neural Information Retrieval in Low-Resource Languages: A LaBSE Framework with a Bilingual Medical Context Case Study,” *Artificial Intelligence and Applications*, Jun. 2026, doi: 10.47852/bonviewAIA62027530.
- [21] M. Firmansyah, D. Marutho, A. Ilham, I. Saputra, and E. Vogiatzi, “Resource Efficient Semantic Retrieval Pipeline via Generative Captioning and Text-to-Text Transformers for Bridging the Modality Gap,” *Journal of Intelligent Computing & Health Informatics*, vol. 6, no. 2, p. 84, Oct. 2025, doi: 10.26714/jichi.v6i2.19240.
- [22] W. A. G. Kodri, M. Haris, and R. Fitriadi, “Fine-Hybrid: Integration of BM25 And Finetuned SBERT to Enhance Search Relevance,” *Teknika*, vol. 14, no. 2, pp. 213–222, Jul. 2025, doi: 10.34148/teknika.v14i2.1229.
- [23] H. Tohir, N. Merlina, and M. Haris, “UTILIZING RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION IN LARGE LANGUAGE MODELS TO ENHANCE INDONESIAN LANGUAGE NLP,” *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, vol. 10, no. 2, pp. 352–360, Nov. 2024, doi: 10.33480/jitk.v10i2.5916.
- [24] A. Asai, Z. Wu, Y. Wang, A. Sil, and H. Hajishirzi, “Self-RAG: Learning to Retrieve, Generate, and Critique through Self-Reflection,” Oct. 2023.
- [25] S.-Q. Yan, J.-C. Gu, Y. Zhu, and Z.-H. Ling, “Corrective Retrieval Augmented Generation,” Oct. 2024.
- [26] A. Fauzi and G. Ginabila, “INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM PADA FILE PENCARIAN DOKUMEN TESIS BERBASIS TEXT MENGGUNAKAN METODE VECTOR SPACE MODEL,” *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 15, no. 1, pp. 41–46, Mar. 2019, doi: 10.33480/pilar.v15i1.61.

- [27] N. S. Sunendar and I. Saputra, "COMPARATIVE PERFORMANCE OF TRANSFORMER AND LSTM MODELS FOR INDONESIAN INFORMATION RETRIEVAL WITH INDOBERT," *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 21, no. 2, pp. 228–233, Sep. 2025, doi: 10.33480/pilar.v21i2.6920.
- [28] O. Khattab and M. Zaharia, "ColBERT," in *Proceedings of the 43rd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, New York, NY, USA: ACM, Jul. 2020, pp. 39–48. doi: 10.1145/3397271.3401075.
- [29] W. Sun *et al.*, "Is ChatGPT Good at Search? Investigating Large Language Models as Re-Ranking Agents," in *Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2023, pp. 14918–14937. doi: 10.18653/v1/2023.emnlp-main.923.
- [30] Agus Rahmat Fadillah and Irwansyah Saputra, "Implementation of Knowledge-Based Graph Neural Networks for Reasoning and Ranking Medical Entities from CORD-19 Texts," *Journal of Novel Engineering Science and Technology*, vol. 4, no. 03, pp. 86–98, Nov. 2025, doi: 10.56741/jnest.v4i02.1049.
- [31] G. Izacard and E. Grave, "Leveraging Passage Retrieval with Generative Models for Open Domain Question Answering," in *Proceedings of the 16th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Main Volume*, Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2021, pp. 874–880. doi: 10.18653/v1/2021.eacl-main.74.
- [32] O. Yoran, T. Wolfson, O. Ram, and J. Berant, "Making Retrieval-Augmented Language Models Robust to Irrelevant Context," May 2024.
- [33] W. Yu *et al.*, "Chain-of-Note: Enhancing Robustness in Retrieval-Augmented Language Models," in *Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2024, pp. 14672–14685. doi: 10.18653/v1/2024.emnlp-main.813.
- [34] Y. Wang, R. Ren, J. Li, W. X. Zhao, J. Liu, and J.-R. Wen, "REAR: A Relevance-Aware Retrieval-Augmented Framework for Open-Domain Question Answering," Nov. 2024.
- [35] Suharyadi and I. Saputra, "Hybrid Ensemble Retrieval-Augmented Generation for Indonesian Legal Consultation with Keyword Boosting," *Journal of Novel Engineering Science and Technology*, vol. 4, no. 02, pp. 71–85, Jul. 2025, doi: 10.56741/jnest.v4i02.1042.
- [36] R. Nogueira, W. Yang, K. Cho, and J. Lin, "Multi-Stage Document Ranking with BERT," Oct. 2019.
- [37] L. Xiong *et al.*, "Approximate Nearest Neighbor Negative Contrastive Learning for Dense Text Retrieval," Oct. 2020.

- [38] G. Izacard *et al.*, “Unsupervised Dense Information Retrieval with Contrastive Learning,” Aug. 2022.
- [39] S. Siriwardhana, R. Weerasekera, E. Wen, T. Kaluarachchi, R. Rana, and S. Nanayakkara, “Improving the Domain Adaptation of Retrieval Augmented Generation (RAG) Models for Open Domain Question Answering,” *Trans. Assoc. Comput. Linguist.*, vol. 11, pp. 1–17, Jan. 2023, doi: 10.1162/tacl_a_00530.
- [40] D. Edge *et al.*, “From Local to Global: A Graph RAG Approach to Query-Focused Summarization,” Feb. 2025.
- [41] A. Suryadi and I. Saputra, “Privacy-Preserving Automated QA Dataset Generation for Fine-Tuning LLMs with Local Models and Information Retrieval,” *JURNAL INFOTEL*, vol. 17, no. 4, pp. 825–838, Jan. 2026, doi: 10.20895/infotel.v17i4.1388.
- [42] J. Lin, X. Ma, S.-C. Lin, J.-H. Yang, R. Pradeep, and R. Nogueira, “Pyserini: A Python Toolkit for Reproducible Information Retrieval Research with Sparse and Dense Representations,” in *Proceedings of the 44th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, New York, NY, USA: ACM, Jul. 2021, pp. 2356–2362. doi: 10.1145/3404835.3463238.
- [43] R. F. Woolson, “Wilcoxon Signed-Rank Test,” in *Wiley Encyclopedia of Clinical Trials*, Wiley, 2008, pp. 1–3. doi: 10.1002/9780471462422.eoct979.
- [44] J. Kaplan *et al.*, “Scaling Laws for Neural Language Models,” Jan. 2020.
- [45] C. Raffel *et al.*, “Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer,” 2020. [Online]. Available: <http://jmlr.org/papers/v21/20-074.html>.
- [46] F. F. Marcelly, I. Saputra, and M. B. Andra, “EVALUATING PREPROCESSING EFFECTS IN NAME RETRIEVAL USING CLASSICAL IR AND CNN-BASED MODELS,” *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 21, no. 2, pp. 218–227, Sep. 2025, doi: 10.33480/pilar.v21i2.6884.