

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Kontribusi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Evolusi Manajemen Memori dalam <i>Conversational AI</i>	6
2.1.2 Paradigma <i>Retrieval-Augmented Generation</i> (RAG).....	7
2.1.3 <i>Knowledge Graph</i> sebagai Representasi Pengetahuan Terstruktur .	7
2.1.4 Paradigma <i>AI Agent</i> dan Fleksibilitas <i>Tool Use</i>	8
2.1.5 Integrasi Sistem <i>Agentic</i> dengan <i>Knowledge Graph</i>	8
2.1.6 Konteks NLP Bahasa Indonesia dan Tantangan Linguistik	9
2.1.7 Identifikasi Celah Penelitian	9
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 <i>Large Language Model</i> (LLM).....	10
2.2.1.1 Keluarga Model AI Gemini dan Gemma	11
2.2.2 <i>Retrieval-Augmented Generation</i> (RAG)	12
2.2.3 <i>Knowledge Graph</i> dan Model Data Graf.....	13
2.2.3.1 Model <i>Labeled Property Graph</i>	13
2.2.3.2 <i>Temporal Knowledge Graph</i>	13
2.2.3.3 <i>Graph Query Processing</i> dengan Cypher.....	14
2.2.4 <i>Embedding</i> Vektor dan <i>Similarity Matching</i>	14

2.2.4.1	<i>Cosine Similarity</i>	14
2.2.4.2	Algoritma Pencarian <i>Top-k</i>	15
2.2.5	<i>Prompt Engineering</i>	15
2.2.5.1	<i>Zero-Shot Prompting</i>	15
2.2.5.2	<i>Few-Shot Prompting</i>	16
2.2.5.3	<i>Role Playing</i>	16
2.2.5.4	<i>Chain-of-Thought Prompting</i>	18
2.2.5.5	Konstruksi Konteks untuk Simulasi Percakapan	18
2.2.6	<i>AI Agent</i> dan Kerangka Kerja ReAct	19
2.2.6.1	Definisi <i>AI Agent</i>	19
2.2.6.2	Kerangka Kerja ReAct	20
2.2.6.3	Perbedaan <i>Workflow</i> dan <i>AI Agent</i>	20
2.2.7	<i>Tool Calling</i>	21
2.2.8	<i>Structured Output</i>	22
2.2.9	Ekstraksi Informasi Berbasis LLM (<i>Generative Extraction</i>)	22
2.2.10	<i>Temporal Knowledge Graph Construction</i>	23
2.2.11	Python	23
2.2.12	Arsitektur Sistem Terintegrasi	23
2.3	Evaluasi Sistem dan Kualitas Data	24
2.3.1	Metrik Kualitas <i>Dataset</i> Sintetik	24
2.3.2	Metrik Evaluasi Sistem Generatif dan RAG	24
2.3.3	Uji Signifikansi Statistik (Uji McNemar)	25
BAB III Metode Penelitian		27
3.1	Kerangka Konseptual: Sinergi Tiga Komponen Utama	27
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	28
3.2.1	Alat Penelitian	28
3.2.1.1	Perangkat Keras	28
3.2.1.2	Perangkat Lunak	29
3.2.2	Bahan Penelitian	31
3.2.3	Justifikasi Pemilihan Model LLM dan Varian Embedding	32
3.3	Metode yang Digunakan	33
3.3.1	Formulasi Masalah dan Tujuan	33
3.3.2	Alur Penelitian	34
3.3.3	Strategi <i>Multi-Model Tiering</i>	34
3.3.4	Metodologi <i>Dataset</i> : Simulasi Kehidupan Virtual	35
3.3.4.1	Fase 1: Definisi <i>Persona</i> (<i>The Soul</i>)	35
3.3.4.2	Fase 2: Simulasi Rantai Kejadian (<i>The Life</i>)	37
3.3.4.3	Fase 3: <i>Loop</i> Interaksi (<i>The Conversation</i>)	40
3.3.4.4	Fase 4: Ekstraksi <i>Ground Truth</i>	40

3.3.4.5	Target Pembangkitan <i>Dataset</i> Simulasi.....	43
3.3.4.6	Pengukuran Kualitas <i>Dataset</i>	43
3.3.5	Arsitektur Sistem: TKG-RAG <i>Agentic</i>	43
3.3.5.1	Arsitektur <i>High-Level</i>	43
3.3.5.2	Tahap 1: <i>Ingestion Pipeline</i>	45
3.3.5.3	Tahap 2: <i>Storage Architecture</i>	45
3.3.5.4	Tahap 3: <i>Retrieval Architecture</i>	46
3.4	Skenario Pengujian dan Evaluasi.....	47
3.4.1	Konfigurasi Eksperimen	48
3.4.2	Metrik Evaluasi	48
3.4.2.1	Metrik Kuantitatif.....	48
3.4.2.2	Analisis Kualitatif	50
3.4.2.3	Eksperimen Pembanding	50
3.4.2.4	Hipotesis Penelitian.....	50
3.5	Alur Tugas Akhir	51
3.5.1	Penjelasan Tahapan Alur Tugas Akhir	53
3.5.1.1	Tahap 1: Identifikasi Masalah dan Studi Literatur	53
3.5.1.2	Tahap 2: Perancangan Arsitektur Sistem dan Skema <i>Knowledge Graph</i>	53
3.5.1.3	Tahap 3: Implementasi Prototipe dan Pembangkitan Data	53
3.5.1.4	Tahap 4: Desain dan Pelaksanaan Eksperimen Evaluasi.	54
3.5.1.5	Tahap 5: Analisis Data, Pembahasan, dan Penarikan Kesimpulan	54
3.5.1.6	Siklus Iterasi	54
3.6	Etika dan Keterbatasan Penelitian.....	55
3.6.1	Pertimbangan Etika	55
3.6.2	Keterbatasan Penelitian	55
BAB IV Implementasi dan Hasil Pembahasan		56
4.1	Fase I: Pembangkitan dan Analisis <i>Dataset</i>	56
4.1.1	Implementasi Lingkungan dan Konfigurasi Sistem	56
4.1.1.1	Spesifikasi Perangkat Keras	56
4.1.1.2	Strategi <i>Multi-Model (Model Tiering)</i>	56
4.1.2	Detail Implementasi Pembangkitan <i>Dataset</i>	57
4.1.2.1	Tahap 1: Pembangkitan <i>Persona (The Blueprint)</i>	57
4.1.2.2	Tahap 2: Simulasi Rantai Kejadian (<i>Causal Event Chain</i>)	58
4.1.2.3	Tahap 3: Siklus Percakapan Harian (<i>Daily Loop</i>).....	59
4.1.2.4	Tahap 4: Ekstraksi Metadata Fakta (<i>Fact-Level Ground Truth</i>)	60
4.1.3	Generasi <i>Query</i> Evaluasi.....	60

4.1.4	Analisis Kualitas <i>Dataset</i>	61
4.1.4.1	Statistik <i>Dataset</i>	61
4.1.4.2	Validasi Kualitas <i>Dataset</i> : Konsistensi Narasi (Studi Kasus Sesi #42)	62
4.1.4.3	Metrik Kuantitatif Kualitas <i>Dataset</i>	63
4.2	Fase II: Implementasi Sistem RAG Iteratif	63
4.2.1	Implementasi <i>Pipeline Ingestion</i>	64
4.2.1.1	<i>Vanilla Ingestion (Vector Embedding)</i>	64
4.2.1.2	<i>Agentic Ingestion (Fact Extraction)</i>	64
4.2.1.3	Strategi <i>Prompt Engineering</i> untuk Adaptasi Bahasa	64
4.2.2	Teknik Pendeteksian dan Penghapusan Memori Tumpang Tindih .	66
4.2.2.1	Lapisan 1: Deduplikasi Entitas (<i>DEDUPE_NODES</i>)	66
4.2.2.2	Lapisan 2: Deduplikasi Fakta (<i>DEDUPE_EDGES</i>)	66
4.2.2.3	Lapisan 3: Invalidasi Temporal (<i>INVALIDATE_EDGES</i>)	68
4.2.2.4	Deduplikasi Saat <i>Retrieval (Runtime Deduplication)</i>	68
4.2.3	Penyimpanan dan Optimasi Memori	68
4.2.3.1	Optimasi Beban Proses dengan <i>Context Caching</i>	69
4.2.3.2	Konfigurasi Basis Data Neo4j	69
4.2.4	Implementasi Sistem <i>Retrieval</i>	69
4.2.4.1	<i>Vanilla Retriever</i>	69
4.2.4.2	<i>Agentic Retriever (ReAct Agent)</i>	70
4.2.4.3	<i>Hybrid Retriever (Structure + Detail)</i>	72
4.2.5	Arsitektur Platform Pengujian (<i>Testing Framework</i>)	73
4.3	Fase III: Hasil Evaluasi dan Pembahasan	74
4.3.1	Analisis Signifikansi Statistik	76
4.3.2	Keterbatasan dan Ancaman Validitas	76
4.3.3	Visualisasi Kinerja <i>Retrieval (Hit Rate & MRR)</i>	78
4.3.4	Visualisasi Kinerja <i>Context Sufficiency</i>	78
4.3.5	Analisis <i>Trade-off</i> : Latensi vs Kualitas	79
BAB V	Kesimpulan dan Saran	81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	82
5.2.1	Optimasi Sistem	82
5.2.2	Pengembangan Fungsional Sistem	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		L-1
LAMPIRAN KODE PROGRAM		L-1
L.1	Pembangkitan Dataset	L-1
L.1.1	Prompt Generasi Persona	L-1

L.1.2	Prompt Generasi Event dengan Kausalitas	L-2
L.1.3	Logika Pembangkitan Event.....	L-3
L.1.4	Logika Pembangkitan Percakapan	L-4
L.1.5	Prompt Ekstraksi Ground Truth	L-5
L.2	Sistem RAG	L-6
L.2.1	Klien Temporal Knowledge Graph.....	L-6
L.2.2	Agen Retrieval (ReAct).....	L-7
L.2.3	Logika Penanganan Error API (Exponential Backoff)	L-8
L.3	Evaluasi Metrik	L-8
L.3.1	Implementasi Metrik Evaluasi.....	L-8
LAMPIRAN ANALISIS PEMBIAYAAN FINANSIAL SISTEM.....		L-10
L.4	Biaya Pembangkitan <i>Dataset</i> Simulasi	L-10
L.5	Biaya Eksekusi Evaluasi Arsitektur (<i>Ingestion</i>)	L-10